

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
LUT School of Energy Systems
LUT Energiatekniikka

Lotta Lytikäinen

**UUDEN ASUINALUEEN KAKSISUUNTAISEN KAUKOLÄMPÖRATKAISUN
ASIAKASTARVESELVITYS**

Työn tarkastajat: Professori, TkT Esa Vakkilainen
 Tutkimusjohtaja, TkT Juha Kaikko

Ohjaaja: DI Antto Kulla

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
LUT Energiatekniikka

Lotta Lyytikäinen

Uuden asuinalueen kaksisuuntaisen kaukolämpöratkaisun asiakastarveselvitys

Diplomityö

2015

130 sivua, 26 kuvaa, 5 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori, TkT Esa Vakkilainen
Tutkimusjohtaja, TkT Juha Kaikko

Ohjaaja: DI Antto Kulla

Hakusanat: kaukolämpö, kaksisuuntainen kaukolämpöverkko, hajautettu energiantuotanto, asiakastarve, asiakastarpeiden kartoitus

Rakennusten energiatehokkuustoimet, lähes nollaenergiarakentaminen sekä uusiutuvien lähienergiamuotojen markkinakasvu muuttavat kaukolämpöliiketoimintaa. Kaukolämpöyhtiön on pyrittävä kehittämään liiketoimintaansa energian tuotantorakenteiden muutoksessa ja rakennusten energiankulutuksen pienentyessä. Tätä vastaamaan Turku Energia Oy on kehittänyt ilmastoystävällisen energiapaketin, jonka yhtenä osa-alueena on matalalämpötilainen ja kaksisuuntainen kaukolämpöverkko. Skanssin uudelle asuinalueelle valmistuvassa kaukolämpöverkossa kaukolämmön asiakkailta on mahdollisuus myydä ylijäämälämpöä energiayhtiölle.

Yksi Skanssin energiahankkeen tavoitteista on kehittää Turku Energia Oy:lle uudenlainen hankintamenettely, johon sisältyy tässä diplomityössä toteutettu asiakastarveselvitys. Selvityksessä kartoitetaan paikallisten rakennus- ja kiinteistöyhtiöiden toiveita sekä heidän näkemiään haasteita liittyen kaksisuuntaiseen kaukolämpöverkkoratkaisuun, lähienergian tuotantoon ja kaupunkisuunnitteluun. Tavoitteena on löytää uusia teknologioita sekä valita ja kehittää Skanssin asukkaita parhaiten palvelevat energiatehokkuutta lisäävät tuotteet ja palvelut.

Asiakastarveselvityksen tuloksena todettiin, että rakennuttajien näkökulmasta rakentamismääräyskokoelmasta poikkeavien uusien energiaratkaisujen sisällyttäminen rakennuksen investointiin on erittäin haastavaa. Asunnon ostajan näkökulmasta määrääviä valintakriteerejä ovat edelleen asunnon hinta ja sijainti. Lisäinvestoinnin tekemiseen eivät riitä perusteluiksi ainoastaan vihreät attribuuutit, mutta tulevaisuudessa niiden asema rakentamisessa tulee korostumaan. Rakennus- ja kiinteistöyhtiöt kaipaavat rakentamisen erityishankkeisiin asiantuntevia ja sitoutuneita osapuolia sekä riittävää neuvotteluvaraa kaikille osapuolille.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
LUT Energy Technology

Lotta Lyytikäinen

Customer needs survey of two-way district heating network in new residential area

Master's Thesis

2015

130 pages, 26 figures, 5 tables and 1 appendix

Examiners: Professor, D.Sc (Tech) Esa Vakkilainen
Research Director, D.Sc (Tech) Juha Kaikko

Supervisor: M.Sc (Tech) Antto Kulla

Keywords: district heating, two-way district heating network, distributed energy production, customer need, customer needs survey

Energy efficiency actions in buildings, nearly zero-energy buildings and growing market position of renewable near-by energy production are effecting to district heating business. District heating companies must develop their business models due to changes in heat production and consumption. Due to these matters, Turku Energia Oy has developed an environmentally friendly energy package. One of its components is low temperature district heating network with two-way heat trade. The new network will be built to the new residential area of Skanssi, where customers can do heat trade with the local energy company by selling surplus heat they have produced.

One of the targets of Skanssi's energy project is to develop a new acquisition method for Turku Energia, which includes the customer need survey carried out in this Master's Thesis. The purpose of the customer needs survey is to determine the needs and challenges of local construction and property companies for two-way district heating network, near-by energy production and city planning. The aim is to find the suitable new technologies and also select and develop products and services, which will serve the future residents of Skanssi and increase their energy efficiency.

The result of customer need survey is that it is very difficult to include energy solution to the building's investment that differ from current building regulations. Apartment's price and location are still the main selection criteria for homebuyers. The increase of investment cannot be justified only with green attributes, but they will be more significant in the future. Construction and property companies require professional and committed partners to special bulding projects, and enough negotiation range for all participants.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Turku Energia Oy:lle vuonna 2015 maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana. Työpaikalla diplomityön ohjaajana on toiminut kehityspäällikkö Antto Kulla, jota haluan kiittää mielenkiintoisesta diplomityön aiheesta ja työni ohjaamisesta. Lisäksi haluan kiittää lämpöpäällikkö Ari Eklundia, lämpöyksikön johtaja Jari Kuivasta ja Turun kaupungin kaavoitusarkkitehti Osku Uurasmaata tärkeistä neuvoista ja keskusteluista, jotka edesauttoivat työn etenemisessä. Kiitos myös kaikille Turku Energialaisille kannustavasta työympäristöstä.

Kiitos diplomityön tarkastajille professori Esa Vakkilaiselle ja tutkimusjohtaja Juha Kaikolle hyvistä kommentteista diplomityöhön liittyen sekä asiantuntevasta opetuksesta Lappeenrannassa.

Kiitos myös kaikille diplomityön haastatteluihin osallistuneille henkilöille. Sain käydä kanssanne mielenkiintoisia keskusteluja ja olitte avoimin mielin mukana haastatteluissa.

Tärkeimmät kiitokset kuuluvat kuitenkin rakkaille vanhemmilleni, Irmalle ja Ilkalle. Olette aina tarjonneet tukeanne ja kannustaneet minua eteenpäin kohti unelmiani. Olen sanattoman kiitollinen, että olette mukana matkalla elämässäni.

Kiitos ystävälleni Tiinalle, joka tarkasti tämän työn oikeinkirjoituksen.

Lopuksi, kiitos Sampsa, että olet mukana jakamassa arkea kanssani. Olet auttanut muistuttamaan elämän tärkeimmistä asioista ja kannustat minua aina kerta toisensa jälkeen voittamaan itseni. Vielä on lukemattomia metsäpolkuja ja maanteitä seikkailtavana!

Kaarinassa, 21.9.2015

Lotta Lyytikäinen

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO.....	7
1. JOHDANTO.....	9
1.1 Työn tausta	10
1.2 Työn tavoite	11
1.3 Työn rajaukset.....	12
2. KAUKOLÄMMITYS.....	13
2.1. Kaukolämmön tuotanto ja jakelujärjestelmä.....	15
2.2. Rakennusten lämmitys ja lämmön kulutus	18
2.3. Uusiutuvat lähienergiat	23
2.3.1. Aurinkolämpö	25
2.3.2. Lämpöpumput.....	29
2.3.3. Bioenergia.....	31
2.4. Hybridijärjestelmät.....	32
2.5. Älykäs kaukolämpöjärjestelmä	36
2.5.1. Lämpövarastot	39
2.5.2. Mittaustekniikka	41
2.5.3. Kaukolämmön hinnoittelumallit	42
2.6. Kaksisuuntainen kaukolämpöratkaisu.....	43
2.7. Kaukolämmön loppukäyttäjä	46
3. KAUKOJÄÄHDYTYS.....	50
3.1. Jäähdytysenergian tuotanto	51
3.2. Rakennusten jäähdytys.....	52
4. TURUN SEUDUN KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄ	54
4.1 Turku Energia lyhyesti	54
4.2 Energian tuotanto ja alkuperä.....	55
4.3 Kaukojäähdytys ja höyry.....	57
4.4 Turun seudun kaukolämpöverkko.....	58
4.5 Strategia 2015–2020.....	59
5. KAUKOLÄMMÖN HINNOITTELU JA KUSTANNUSRAKENNE.....	62
5.1. Liittymismaksu.....	63
5.2. Perusmaksu	64
5.3. Energiamaksu	65
5.4. Kaukolämmön hinnan kehitys.....	66

5.5.	Lämmönhankinnan kustannusrakenne	68
6.	SKANSSIN KAKSISUUNTAINEN KAUKOLÄMPÖRATKAISU	71
6.1.	Projektin taustat.....	72
6.2.	Kaavoitus ja rakentamisen ohjaamiskeinot	74
6.2.1.	Energiatehokkaan rakentamisen ohjauskeinot.....	75
6.2.2.	Tontinluovutusehdot	77
6.2.3.	Skanssin alueen kaavoitus	77
6.3.	Energiamäärät ja kytkentävaihtoehdot	79
6.4.	Uudenlainen hankintamenettely.....	82
7.	ASIAKASTARVESELVITYS	85
7.1.	Asiakastarvekartoitusprosessi	85
7.1.1.	Lähtötilanteen selvittäminen.....	87
7.1.2.	Menetelmien valinta ja teemahaastattelu	88
7.1.3.	Tavoitteiden asettaminen	89
7.2.	Asiakastarvekartoitus ja tuotekehitys.....	90
8.	ASIAKASTARVESELVITYS SKANSSIN ENERGIAHANKKEESTA	91
8.1.	Haastateltavien valinta ja haastattelujen toteuttaminen	91
8.2.	Haastattelujen purku ja analysointi	94
8.2.1.	Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakentamisessa.....	95
8.2.2.	Kaupunkisuunnittelu	106
8.2.3.	Alueen imago ja brändäys.....	109
8.2.4.	Asiakaslähtöinen rakennussuunnittelu.....	110
8.2.5.	Hankkeiden rahoitus ja tukimuodot.....	112
8.2.6.	Kaukolämpöliiketoiminta	114
8.3.	Yhteenveto haastatteluista ja niiden vaikutuksesta Skanssiin.....	115
8.4.	Jatkotoimenpiteet	118
9.	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	121
10.	YHTEENVETO	123
	LÄHTEET	124
	LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

a	arvonlisävero	[-]
c_p	ominaislämpökapasiteetti	[J/kgK]
E	energia	[MJ] [MWh]
E_0	Energiamaksu	[€/MWh]
h	hintaindeksi	[-]
\dot{m}	massavirta	[kg/s]
P	teho	[MW]
p	paine	[bar], [N/m ²]
s	pituus	[m]
T	lämpötila	[°C] [K]
\dot{V}	tilavuusvirta	[m ³ /s]
Q	lämpöenergia	[MJ] [MWh]

Kreikkalaiset

δ	tiheys	[kg/m ³]
η	hyötysuhde	[-]
Φ	lämpöteho	[MW]

Alaindeksit

CO ₂ ekv	hiilidioksidiekvivalentti
iv	ilmanvaihto
lkv	lämmin käyttövesi
th	lämpö
v	vesi

Lyhenteet

4GDH	4th Generation District Heating, neljännen sukupolven kaukolämpö
ARA	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus
CHP	Combined Heat and Power, lämmön ja sähkön yhteistuotanto
COP	Coefficient of Performance
EED	Energiatehokkuusdirektiivi
EPBD	Rakennus- ja energiatehokkuusdirektiivi
KNX	kiinteistöautomaatiostandardi
nZEB	Nearly Zero-Energy Building, lähes nollaenergiarakennus
QFD	Quality Function Deployment, asiakaslähtöisen tuotekehityksen menetelmä
RakMK	Rakentamismääräyskokoelma
RES	Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi
TSE	Turun Seudun Energiantuotanto
TSK	Turun Seudun Kaukolämpö
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

1. JOHDANTO

Rakennettu ympäristö kattaa kaiken, minkä ihminen on muokannut omaa toimintaansa varten. Yleensä sen käsitetään kattavan sekä rakennukset että liikenteen. Rakennetun ympäristön energiatehokkuus puolestaan kuvaa rakennetun ympäristön sekä rakentamisen että käytön aikana käytetyn energian tehostamista. Tehokkuudella pyritään pienentämään energian kulutusta koko rakentamisen ja asumisen elinkaarien aikana, saamaan rakentamisesta entistä vähäpäästöisempää sekä edistämään uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettua energiaa. Rakennuskannan muutokset tapahtuvat kuitenkin hitaasti ja muutosten vaikutukset ovat pitkäaikaisia.

Rakentamisen osuus kokonaisenergiankulutuksesta on suuri, sillä rakennuksiin käytetyn ja rakennuksissa käytettävän energian osuus on yli 40 % koko Suomen energiankulutuksesta. Jos kulutukseen lasketaan myös liikenne, rakennetun ympäristön osuus on yli puolet kokonaisenergiankulutuksesta. (Martinkauppi 2010, 24) (RAKLI 2015). Rakennetun ympäristön energiatehokkuuteen vaikuttavilla ympäristö- ja energiapoliittisilla päätöksillä vaikutetaan merkittävästi energian kokonaiskulutukseen Suomessa. Maankäytöllä on siis tärkeä rooli myös ilmastonmuutoksen torjunnassa. Kotitaloudet omistavat noin 60 % rakennuskannasta joko suoraan tai asunto-osakeyhtiön välityksellä (Airaksinen et al. 2013, 8), joten ne ovat tärkeässä roolissa rakennusten energiatehokkuutta tavoiteltaessa.

Rakentamisen energiatehokkuutta ja nollaenergiarakentamista vauhditetaan nykyisestä tasosta erilaisten direktiivien kautta. Rakennus- ja energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) 2010/31/EU mukaan 31.12.2020 jälkeen kaikkien uusien rakennuksien tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia, ja kaikkien uusien viranomaisten käytössä ja omistuksessa olevien rakennuksien tulee olla 31.12.2018 jälkeen lähes nollaenergiarakennuksia. Lisäksi uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivin (RES) 2009/28/EY edellyttää, että jäsenvaltioiden on määrättävä rakennussäädöksissään uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan energian vähimmäistaso uusissa ja perusteellisesti kunnostettavissa rakennuksissa 31.12.2014 alkaen. Vähimmäistaso on saavutettavissa myös kaukolämmöllä ja kaukojäähdytyksellä, mikäli näiden uusiutuvalla energialla tuotettu osuus on merkittävä. Energiatehokkuusdirektiivissä (EED) 2012/27/EU painotetaan myös erityisesti rakennusten peruskorjauksessa hyödynnettävää pitkän aikavälin strategiaa rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa. Rakennusten kannalta Suomessa uusiutuvien energialähteiden osuus on varsin hyvä, sillä sen osuus sähköntuotannosta vuonna 2013 oli

36 % ja kaukolämmön tuotannosta 29 % (Reinikainen et al. 2015, 12). RES-direktiivin myötä uusiutuvan energian osuus Suomessa on asetettu vuodelle 2020 mennessä 38 %:iin. Rakennuskohtaista uusiutuvan energian tuotantoa on Suomessa toteutettu kuitenkin vähän, pääasiassa erillispientaloissa.

Nollaenergiarakentamisen myötä asuntojen lämmityksentarve pienenee huomattavasti, minkä kokonaisvaikutuksia paikalliseen kaukolämpöverkkoon ei vielä tiedetä. Vähenevä lämmitysenergian tarve asettaa energiayhtiöt uuden haasteen eteen, sillä kaukolämmön palvelukyky ja toimintavarmuus on säilytettävä hyvänä loppuasiakkaalle myös vähemmän lämmitysenergiaa kuluttavassa toimintaympäristössä. Tämä vaatii suunnittelua ja optimointia kaukolämpöverkon osalta, jotta muuttuvasta toimintaympäristöstä huolimatta voidaan saavuttaa korkea kokonaishyötysuhde. Rakennuskannan kehittyminen avaa kuitenkin mahdollisuuden kehittää uusia lämmöntuotannon liiketoimintamahdollisuuksia.

1.1 Työn tausta

Diplomityö tehtiin Turku Energialle osana Skanssin energiahanketta, joka koostuu uuden asuinalueen kaksisuuntaisesta lämpökauppakonseptista. Työn rooli oli kartoittaa Skanssin energiahanketta paikallisten rakennusliikkeiden ja kiinteistöyhtiöiden näkökulmasta sekä selvittää asumisen energiaratkaisujen tilannetta rakentamisessa. Tavoitteena on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää hankkeen jatkosuunnittelussa kohti alueen avointa kaksisuuntaista kaukolämpöverkkoa ja uutta liiketoimintamallia.

Skanssin energiahanke on monella tasolla ainutlaatuinen Suomessa. Skanssin asuinalueesta on tavoitteena tehdä mallikaupunginosa, jossa kehitetään älykästä energiankäyttöä sekä edistetään kestäväää asumista. Alueelle suunnitellaan matalalämpötilaista kaukolämpöverkkoa, jossa voidaan soveltaa kaksisuuntaista lämpökaupankäyntiä. Tällöin energiayhtiön lisäksi lämpöä verkkoon voivat tuottaa myös alueen asukkaat tai muu kolmas toimija. Energiayhtiö on sitoutunut ostamaan asiakkaiden tuottaman lämmön. Alueen kaukolämpöasiakkaista tulee siis asiakkaiden lisäksi myös tuottajia. Tästä käytetään usein englanninkielistä ilmaisua *prosumers*. Tämä avaa mahdollisuudet kehittää hajautettua ja paikallista lämmöntuotantoa sekä kokeilemaan erilaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia alueella.

Hankesuunnittelussa haluttiin ottaa eri rakentamisen ja asumisen sidosryhmät osaksi suunnitteluprosessia ja kartoittaa heidän näkemyksiään alueen mahdollisista

energiaratkaisuihin. Selvitystyö toteutettiin diplomityössä asiakastarveselvityksenä, jossa sidosryhmille tehdyn haastattelututkimuksen kautta selvitettiin haastateltavien toiveita ja unelmia koskien asumisen energiaratkaisuja Skanssin energiahankkeessa. Haastattelututkimuksen tavoitteena oli tuoda asiakaslähtöisyys yhä paremmin mukaan hankesuunnitteluun sekä pohjustaa sidosryhmien kanssa tehtävää yhteistyötä varsinaisen rakennusprojektin alkaessa. Haastattelututkimuksessa avulla pyritään iteroimaan erilaisten tulevien asumisen energiaratkaisujen välillä sekä tekemään suunnitteluvaihetta tukevaa markkinatunnustelua.

1.2 Työn tavoite

Diplomityön tavoitteena on tarkastella uudenlaista energiaratkaisua ja siihen liittyviä asiakastarpeita rakentamisen ja asumisen sidosryhmien näkökulmasta. Työn tuloksena saatavaa tietoa hyödyntäen Turku Energialla on mahdollisuus keskittää resurssinsa tehokkaammin energiahankkeen aikana sekä tiivistää haastattelututkimuksen kautta luotuja sidosryhmäsuhteita. Haastattelututkimuksen avulla on tarkoitus selvittää rakennusalalla vallitsevan markkinatilanteen vaikutuksia rakentamisen uusiin energiaratkaisuihin esimerkiksi hajautetun lähienergian investoinneissa. Tutkimuksessa on tarkoitus myös etsiä eri asumismuotojen välisiä eroja rakentamisen uusiin energiaratkaisuihin. Lisäksi selvitetään, kuinka eri sidosryhmät saadaan paremmin osaksi uutta energiaratkaisua ja siihen liittyvää hankintaprosessia. Kuvassa 1 on esitetty asiakastarvekartoituksen metodiikka osana Skanssin energiahanketta.



Kuva 1. Asiakastarpeiden kartoituksen metodiikka osana Skanssin energiahanketta.

Tuotetulla tiedolla pyritään ymmärtämään paremmin rakennusliikkeiden näkökulmaa uusiin energiaratkaisuihin sekä etsimään sopivaa toimintatapaa uusien energiaratkaisujen tuomista rakentamiseen ja asumiseen. Tämä tukee lämpöliiketoiminnan kehittymistä tulevaisuuden muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Tiedon avulla pystytään myös paremmin valitsemaan oikeita teknologioita, joilla alueelle ja kiinteistöille asetetut ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa. Asiakastarveselvitystä on mahdollisuus jatkaa diplomityön jälkeen yhä lähemmäs kohti loppuasiakasta, eli Skanssin tulevaa asukasta. Näin voidaan tutkia ja havainnollistaa tarkemmin loppuasiakkaan todellisia tarpeita.

1.3 Työn rajaukset

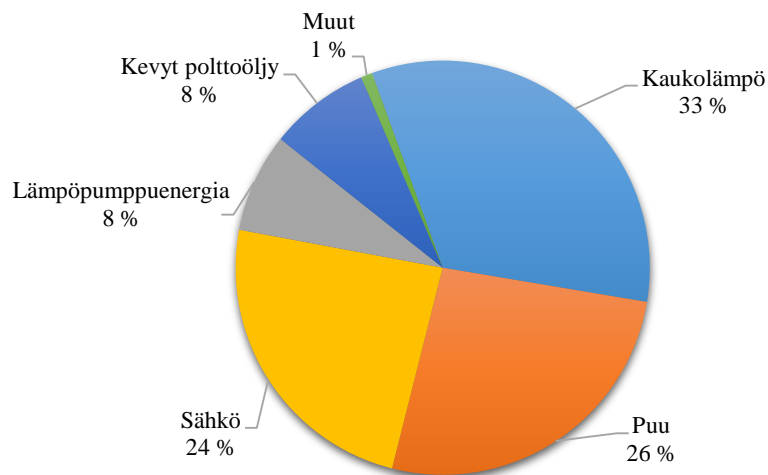
Diplomityön pääpaino on asiakastarpeiden selvittämisessä sekä rakentajien ja kiinteistöyhtiöiden näkemysten kartoittamisessa asumisen energiaratkaisuissa. Haastattelututkimus tehdään hankkeen alkuvaiheen näkökulmasta tärkeiksi tunnistettuihin sidosryhmiin. Täten haastateltavat rajataan eri asumisen tuottajiin eli rakennusyhtiöihin ja julkisomisteisiin kiinteistöyhtiöihin. Haastatteluun toivottiin mukaan myös yksi kiinteistö- ja toimitilapalveluiden kiinteistösijoitusyhtiö sekä pienteollisuuden teollisuuskiinteistön edustaja tukemaan kaksisuuntaisen verkon käytännön suunnittelua. Haastateltavat ovat suurimmaksi osaksi paikallisia yrityksiä, jotka ovat läheisesti sidoksissa Skanssin alueeseen tai ovat paikallisia julkisia toimijoita. Uusiutuvia lähienergiamuotoja tarkastellaan vain lämmitysenergian kannalta, ja tarkasteltaviksi tuotantomuodoiksi valitaan Skanssin energiahankkeen kannalta potentiaaliset lämmitysenergian tuotantomuodot.

2. KAUKOLÄMMITYS

Suomessa havaittiin jo 1940-luvulla, että sähköntuotannossa syntyy hukkaan menevää laudelämpöä, jota olisi mahdollista hyödyntää esimerkiksi asuntojen lämmittämiseen. Tästä alkoi kaukolämmön kehitys, joka yhä edelleen perustuu pääasiallisesti sähkön ja lämmön yhteistuotannolle. Ensimmäinen asuinalueen kaukolämmitysjärjestelmä valmistui vuonna 1940 Helsingin olympiakylään. Merkittävin kaukolämmön yleistyminen tapahtui 1950-luvun aikana, jolloin ensimmäiset kaupungit saivat oman kaukolämpöjärjestelmän: eturintamassa Tapiolan lämpö, joka aloitti ensimmäisenä kaukolämmöntuotannon vuonna 1953. (Energiateollisuus ry 2006, 34.) Vuoden 1973 energiakriisi vauhditti edelleen kaukolämmön kehitystä, jolloin huomattiin kaukolämmön vähentävän energiahuollon riippuvuutta tuontienergiasta. Turpeen ja hakkeen käyttö polttoaineena lisääntyi, mutta kriisin taantuessa siirryttiin yhä enemmän fossiilisiin polttoaineisiin. (Energiateollisuus ry 2006, 34–35.) 1980-luvun aikana kaukolämpöverkot yleistyivät, ja myös Turun alueella kaukolämmön tuotanto käynnistyi vuonna 1982.

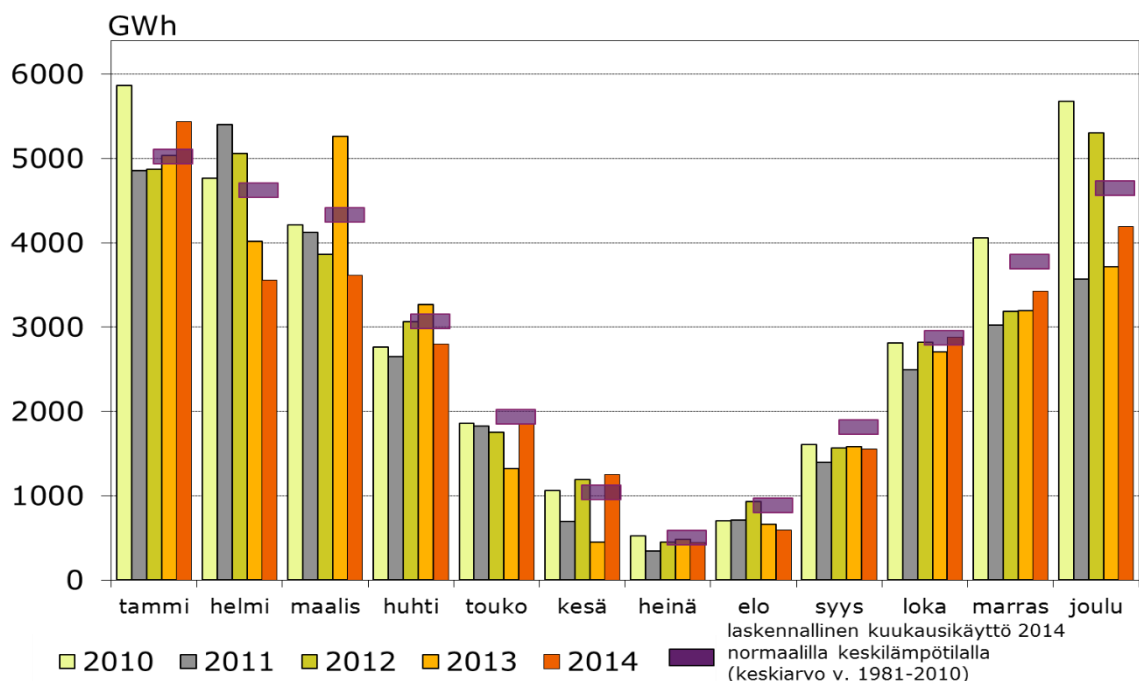
Kaukolämpö on tunnistettu toimintavarmaksi ja luotettavaksi lämmöntuotantomuodoksi pohjoisen kylmiin olosuhteisiin, ja sen asema on asetettu korkealle Suomen energijärjestelmässä. Yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon hyvän hyötysuhteen lisäksi kaukolämmön eduiksi ovat katsottu tuotannon alhaiset lähipäästöt sekä käyttäjäystävällisyys. (Pöyry 2011, 2). Kaukolämpö on yleistynyt Suomen yleisimmäksi lämmitysmuodoksi, ja se on pääasiallinen lämmitysmuoto erityisesti suurimmissa kaupungeissa. Asuinrakennusten lämmitykseen kului energiaa 55 140 GWh vuonna 2013, josta kaukolämmön kulutuksen osuus oli 33 % (Tilastokeskus 2014). Tällä hetkellä noin 2,7 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämpöaloissa (Energiateollisuus ry 2015a). Asumisen energiakulutus energialähteittäin on esitetty kuvassa 2. Muut energialähteet sisältävät maakaasun, raskaan polttoöljyn, turpeen ja kivihiilen.

**Asumisen energiankulutus energialähteittäin vuonna 2013
kokonaiskulutus 55 140 GWh**



Kuva 2. Asumisen energiankulutus energialähteittäin vuonna 2013 kokonaiskulutuksen ollessa 55 140 GWh. (Tilastokeskus 2014a)

Kaukolämmön tarpeeseen vaikuttavat rakennusten ja käyttöveden lämmitys, jotka vaihtelevat pääsääntöisesti ulkolämpötilan muutosten mukaan. Kaukolämmön tehontarve on siis voimakkaasti vuodenajasta riippuvainen: kuukausittainen kulutusvaihtelu on suurta, ja suursäättyypien vaihtelut näkyvät myös vuosittaisen kokonaiskulutuksen vaihteluina. (Energiateollisuus ry 2006, 41 & 259.) Kuvassa 3 on esitetty kaukolämmön kulutuksen kuukausivaihtelut vuosina 2010–2014 (Energiateollisuus ry 2015b).



Kuva 3. Kaukolämmön kulutus kuukausittain vuosina 2010–2014. (Energiateollisuus ry 2015b.)

Kaukolämmön kysyntään ja kehitykseen vaikuttavat myös useat muut tekijät, jotka luovat epävarmuutta pitkäaikaisille suunnitelmille vankasta markkina-asemasta huolimatta. Merkittävimpiä tekijöitä ovat erilaiset energiapoliittiset linjaukset päästöjen vähentämiseksi ja uusiutuvalle energialle. Nämä vaikuttavat muun muassa energiasektorin sääntelyyn, veromuutoksiin, tuotantorakenteen uudistamiseen, päästörajojen kiristymiseen, päästökauppajärjestelmään sekä rakentamisen energiatehokkuusmääräyksiin. Myös asuntojen lämmityksen kilpailu on myös lisääntynyt, sillä markkinoille on tullut uusiutuvaan energian perustuvia hybridijärjestelmiä. Erityisesti uusilla asuinalueilla on yhä enemmän mahdollista pohtia erilaisia vaihtoehtoja asuntojen lämmitysjärjestelmiksi. Tällöin vaikuttavia kilpailutekijöitä ovat myös soveltuvuus alueelle, luotettavuus, päästövaatimukset ja yrityskuva. (Pöyry 2011, 11–12.)

2.1. Kaukolämmön tuotanto ja jakelujärjestelmä

Kaukolämmön tuotanto on perinteisesti keskittynyt suuriin voimalaitoksiin ja lämpökeskuksiin, ja sitä voidaan tuottaa lukuisilla eri tavoilla. Lämpökeskukset tuottavat yksinomaan lämpöä, ja yhteistuotantolaitokset eli CHP-laitokset tuottavat sekä sähköä että lämpöä. (Energiateollisuus ry 2006, 47.) Vuonna 2013 sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksilla tuotettiin 75,6 % kaukolämmön kokonaistuotannosta (Tilastokeskus 2014b). Suurten tuotantolaitosten lisäksi tuotannon joustavuutta varten tarvitaan myös hyvän säädettävyyden omaavia pienempiä lämpölaitoksia.

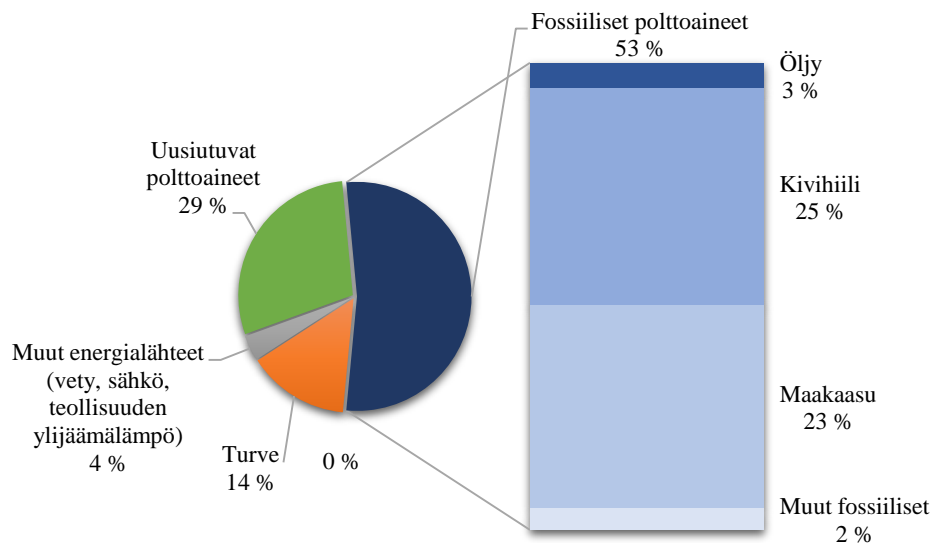
Kaukolämmön tuotantolaitokset voidaan jakaa tehoryhmien mukaan perus-, keski-, huippu- ja varateholaitoksiin. Perustehon laitokset ovat jatkuvalla käytöllä, ja ne huolehtivat kaukolämmön perustuotannosta. Tyypillisesti nämä laitokset ovat yhteistuotantovoimalaitoksia tai kiinteän polttoaineen kattiloita. Keskitehon laitokset ovat lähes jatkuvalla käytöllä, ja ovat taloudellisia myös osateholla käytettäessä. Keskiteholaitoksiksi sopivat kiinteän polttoaineen kattilat sekä maakaasukattilat. Huippu- ja varavoimalaitokset ovat tyypillisesti öljy- tai maakaasukattiloita, jotka ovat nopeasti käynnistettävissä ja investointina edullisia. (Energiateollisuus ry 2006, 51.)

Kaukolämmön tuotannossa on mahdollisuus käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita, kuten maakaasua, hiiltä, turvetta, puuta, puutähteitä, yhdyskuntajätteitä, lietteitä tai öljyä. (Energiateollisuus ry 2006, 260). Polttoainevaihtoehdoissa huomioidaan aina tuotannon kokonaistaloudellisuus, polttoaineen saatavuus, polttoainevarat ja poltosta aiheutuvat ympäristövaikutukset. Kuvassa 4 on esitetty kaukolämmön tuotanto polttoaineittain

Suomessa vuonna 2013. (Tilastokeskus 2014b). Uusiutuvat polttoaineet sisältää muun muassa puupolttoaineet sekä metsäteollisuuden jäteliemet.

Ylijäämälämmön ja lämmön pientuotannon osuus kaukolämmön tuotannosta on varsin vähäistä. Ylijäämälämpöä saadaan yleisemmin teollisuudesta sekä esimerkiksi palvelinkeskuksista ja suurista kiinteistöistä. (Bröckl et al. 2014, 8.) Lämmön pientuotanto on tyypillisesti tuotettu uusiutuvilla energiamuodoilla, ja näitä on eritelty tarkemmin kappaleessa 1.3. Lämpötilatason tulee kuitenkin olla noin 65–55 °C, jotta pientuotantoa tai ylijäämälämpöä voidaan hyödyntää suoraan kaukolämpöverkossa. Tällöin tuotettu lämpöenergia voidaan siirtää lämmönsiirtimellä suoraan kaukolämpöverkon paluuveteen. Mikäli lämpötila jää alle 55 °C:een, tarvitaan lämpötilan nostoon lämpöpumppu tai verkon tulee olla matalalämpötilainen. (Bröckl et al. 2014, 8.)

Kaukolämmön tuotanto polttoaineittain vuonna 2013, yhteensä 34,5 GWh

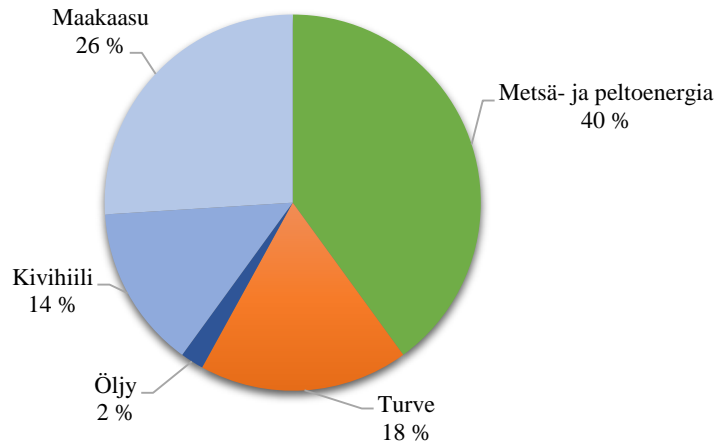


Kuva 4. Kaukolämmön tuotanto polttoaineittain Suomessa vuonna 2013. (Tilastokeskus 2014b)

Kaukolämmön tuottaminen yhteistuotantolaitoksissa tulee säilyttämään asemansa myös tulevaisuudessa. Alan tulevaisuuden kannalta merkittävimmät siirtymät tapahtuvat kohti vähäpäästöisempää tuotantoa, jolloin fossiilisten polttoaineiden osuus tuotannosta vähenee merkittävästi. Energiateollisuus ry:n (2010, 28) vuoden 2050 tuotantovision mukaan metsä- ja peltoenergialla tuotetun kaukolämmön osuus tulee nousemaan noin 40 %:iin kaukolämmön kokonaistuotannosta. Fossiilisten polttoaineiden osuus vähentyisi noin 11

prosenttiyksikköä, joista merkittävimmät vähennystarpeet kohdistuvat kivihiilen käyttöön. Vision mukaiset arvioidut energialähteiden osuudet on esitetty kuvassa 5.

Visio kaukolämmön tuotannon energialähteistä vuonna 2050



Kuva 5. Kaukolämmön tuotannon energialähteiden visio vuodelle 2050. (Energieollisuus ry 2010, 58)

Kaukolämpö tuotetaan paikallisesti, jolloin sen siirto tapahtuu kaukolämmön jakeluverkkoa pitkin. Suomessa on käytössä kaksiputkinen vesikaukolämmitysjärjestelmä, jossa veden enimmäislämpötila on 120 °C. Putkistossa kierrätetään samaa vettä, jolloin se palaa takaisin lämmityslaitokselle luovutettuaan lämpöä asiakkaan kiinteistöön. Kaukolämmitysjärjestelmä koostuu lämmityslaitoksista, kaukolämpöverkosta, lämmön vastaanottoon ja jakeluun tarvittavista asiakaspään laitteista sekä pumpuista. Lämmityslaitoksissa kaukolämpövesi lämmitetään joko lämmönsiirtimissä tai kattiloissa. Vesi puolestaan jäähtyy asiakaspään lämmönsiirtimissä tai suoraan lämmönkulutuslaitteistossa. (Energieollisuus ry 2006, 43.)

Kussakin käyttötilanteessa siirrettäväksi suunniteltu lämpöteho toimii kaukolämpöverkon mitoitusperusteena. Verkon korkein tehonsiirtokyky määrittyy putkikoon, sallitun painetason, -häviön ja -eron sekä pumppujen maksimitehomoitituksen perusteella. (Energieollisuus ry, 2006, 198) Kaukolämpöverkon putkikoot vaihtelevat DN 25... DN 250 välillä (Energieollisuus ry 2006, 208). Asiakaspäässä tehonsiirtokykyyn vaikuttavat asiakkaan kaukolämpölaitteiden mitoitus ja mahdollinen virtauksen rajoitus. Kaukolämpöjohtosta siirtyvä lämpöteho siis riippuu kiertävästä vesivirtauksesta sekä jäähtytyksestä, eli meno- ja paluulämpötilojen erotuksesta. (Energieollisuus ry, 2006, 198.) Kaukolämmön tehonsiirron yhtälö on esitetty kaavassa 1.

$$\Phi_{\text{kaukolämpö}} = c_{p,v} \dot{m}_v \Delta T = c_{p,v} \delta_v \dot{V} \Delta T \quad (1)$$

jossa	Φ	kaukolämpöjohdosta siirtyvä lämpöteho	[W]
	$c_{p,v}$	veden ominaislämpökapasiteetti	[J/kgK]
	\dot{m}_v	veden massavirta	[kg/s]
	ΔT	meno- ja paluulämpötilojen erotus	[K]
	δ	veden tiheys	[kg/m ³]
	\dot{V}	veden tilavuusvirta	[m ³ /s]

Kaukolämpöverkon meno- ja paluueden väliseen lämpötilaeroon puolestaan vaikuttavat rakenteiden ylärajalämpötila, lämmöntuotantolaitosten menoveden lämpötilasäädöt, verkon siirtokyky, asiakaspään kaukolämpölaitteiden mitoitus ja käyttöveden lämmityksen alarajalämpötila. Lämpötilalla vaikutetaan myös lämpöhäviöihin, jolloin lämpöhäviöt ovat pienimmillään menolämpötilan ollessa mahdollisimman alhainen. Toisaalta lämpöhäviöiden vuoksi etäisimmille asiakkaille on myös saavutettava riittävä lämpötilataso. (Energiateollisuus ry 2006, 198–199.)

Tuotantolaitoksilta lähtevän veden lämpötila määräytyy pääasiassa ulkolämpötilan mukaan, jolloin kulutushuippujen ennakoitua voidaan tehdä menolämpötilan nostamisella. Tuotantolaitoksille palaavan veden lämpötila riippuu asiakkaiden kaukolämpölaitteiden jäähdytyskyvystä ja mitoituksesta. (Energiateollisuus ry 2006, 199.) Meno- ja paluueden lämpötilat vaikuttavat merkittävästi lämpöhäviöihin, joista aiheutuvat jakelukustannukset ovat verkon suurin käyttökustannuserä. (Energiateollisuus ry 2006, 209.) Tällöin kaukolämpöverkon menoveden lämpötilan alentaminen vaikuttaa aina pienentävästi verkon lämpöhäviöihin.

2.2. Rakennusten lämmitys ja lämmön kulutus

Asuinrakennusten lämmitykseen kului vuonna 2013 noin 55,1 TWh energiaa, josta kaukolämmöllä tuotetun energian osuus oli noin 33 %. (Tilastokeskus 2014a). Rakennuksen lämmöntarpeeseen vaikuttavat lämmityksen vaatima teho ja energia. Tehoa tarvitaan huonetilojen, ilmanvaihdon ja käyttöveden lämpötilojen ylläpitämiseen. Energiaa puolestaan kuluu tehon ylläpitämiseen kulutustarpeiden mukaan tietyinä ajanjaksona.

(Energiateollisuus ry 2006, 51.) Tähän vaikuttavat muun muassa rakennusten lämmitettävä pinta-ala, eristystaso, ilmanvaihto, käytettävä lämmitysjärjestelmä ja sen hyötysuhde, ulkolämpötila sekä rakennuksen sähkölaitteiden luovuttama lämpöenergia.

Asuntojen energiasta kuluu keskimäärin noin 40 % huonetilojen lämmitykseen, 35 % ilmanvaihdon lämmitykseen ja 25 % käyttöveden lämmitykseen. Uudisrakennusten tehontarpeet lämmitykselle ja ilmastointiin lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman RakMK D5 -määräysten mukaisesti. Muissa kohteissa hyödynnetään käytettävissä olevia kulutustietoja ja -mittauksia, joissa on kuitenkin otettava huomioon myös laitteiden oikea käyttö. (Energiateollisuus ry 2006, 51.)

Rakennusten lämmitystehon mitoitus on tehtävä siten, että asiakkaalle turvataan riittävä rakennuksen lämpötilataso paikkakunnan mitoitusulkolämpötilassa, joka huipunkäyttöaikoina saa alentua parilla asteella. Mitoituksen perusteeksi valittu alin ulkolämpötila alittuu tilastollisesti vain harvoin, joten tämän kaltaisissa poikkeustilanteissa sallitaan sisälämpötilan laskeminen tehovajauksen vuoksi. (Energiateollisuus ry 2006, 61.)

Rakennusten lämmitysjärjestelmän lämpöenergian $Q_{\text{lämmitys}}$ kulutus lasketaan lämmön tuottojärjestelmittäin. Kulutuksessa otetaan huomioon tilojen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve sekä mahdollisilla muilla tuottojärjestelmillä tuotettu lämpöenergia, kuten aurinkoenergialla tuotettu energia lämpimään käyttöveteen. Lämmitysenergian tuoton hyötysuhteille on annettu rakentamismääräyskokoelmassa ohjearvoja. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5, 44.) Lämmitysjärjestelmän lämpöenergian kulutus on esitetty kaavassa 2.

$$Q_{\text{lämmitys}} = \frac{Q_{\text{lämmitys,tilat}} + Q_{\text{lämmitys,iv}} + Q_{\text{lämmitys,lkv}} - Q_{\text{muu tuotto}}}{\eta_{\text{tuotto}}} \quad (2)$$

jossa	$Q_{\text{lämmitys}}$	lämmitysjärjestelmän lämpöenergian kulutus	[kW/a]
	$Q_{\text{lämmitys,tilat}}$	tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve	[kW/a]
	$Q_{\text{lämmitys,iv}}$	ilmanvaihdon lämmityksen lämpöenergian tarve	[kW/a]
	$Q_{\text{lämmitys,lkv}}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve	[kW/a]
	$Q_{\text{muu tuotto}}$	muilla mahdollisilla tuottojärjestelmillä tuotettu Energia	[kWh/a]

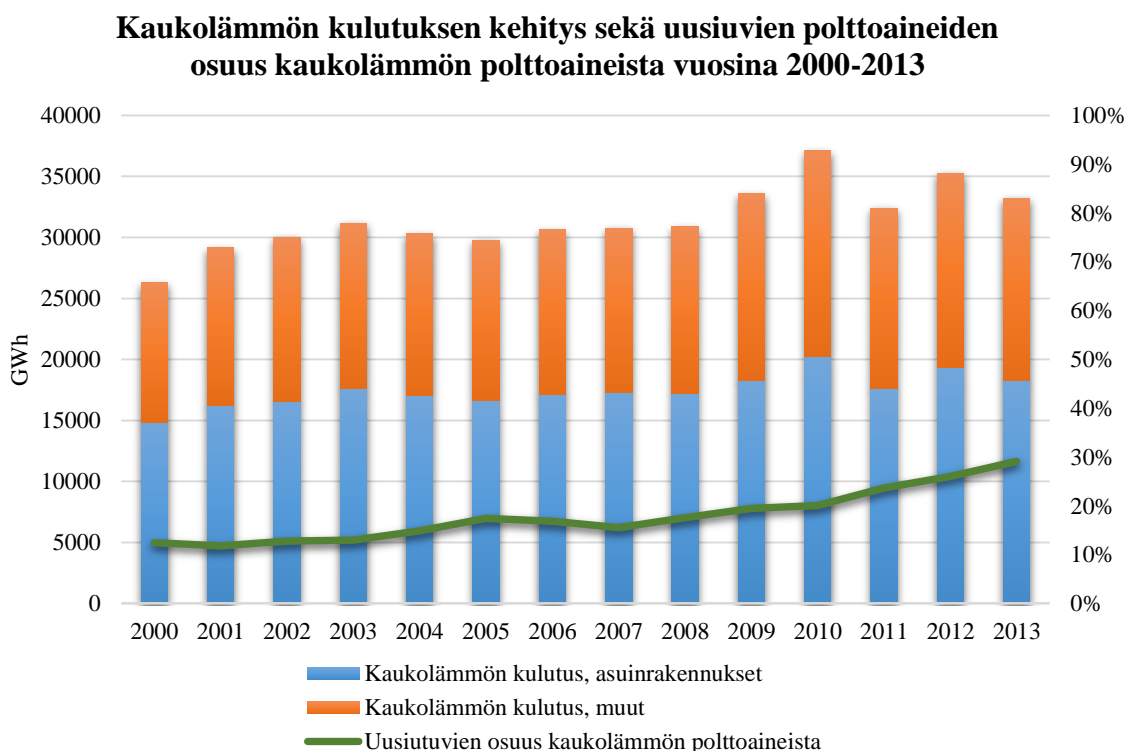
η_{tuotto}	lämmitysenergian tuoton hyötysuhde tilojen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämmityksessä	[-]
-----------------	--	-----

Rakennusten lämmitysteho lasketaan puolestaan usein huonekohtaisesti, mikä helpottaa tilakohtaisten lämmityslaitteiden valintaa. Tehontarpeeseen vaikuttavat rakenteiden johtumislämpöhäviöt, ilmapuodot ja ilmanvaihto. Tehontarvetta laskettaessa huomioidaan alueellinen mitoitusulkolämpötila, joka on esitetty paikkakunnittain rakentamismääräyskokoelman osassa D3. Tehonlaskennassa ei oteta huomioon auringon lämpösäteilyä tai sisäisten lämpölähteiden aiheuttamaa vaikutusta, sillä niiden osuus on varsin pieni. Rakennuksen lämmitystehontarve $\Phi_{\text{lämmitys}}$ saadaan summaamalla samanaikaiset tehontarpeet hyötysuhteet huomioimalla. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5, 60.) Rakennusten lämmitystehontarve on esitetty kaavassa 3.

$$\Phi_{\text{lämmitys}} = \frac{\Phi_{\text{tila}}}{\eta_{\text{tila,lämmitys}}} + \frac{\Phi_{\text{tuloilmapatteri}}}{\eta_{\text{tuloilma}}} + \frac{\Phi_{\text{lkv}}}{\eta_{\text{lkv}}} \quad (3)$$

jossa	$\Phi_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitystehontarve	[W]
	Φ_{tila}	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve	[W]
	$\Phi_{\text{tuloilmapatteri}}$	ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve	[W]
	Φ_{lkv}	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve	[W]
	$\eta_{\text{tila,lämmitys}}$	tilalämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa	[-]
	η_{tuloilma}	ilmavaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa	[-]
	η_{lkv}	käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa	[-]

Kuvassa 6 on esitetty rakennusten kaukolämmön kokonaiskulutuksen sekä asuintalojen kaukolämmön kulutuksen kehitys vuosina 2000–2013. Kuvaan on lisätty myös uusiutuvien polttoaineiden osuuden kehitys koko kaukolämmön tuotannon polttoaineista. (Tilastokeskus 2014c.) Kuvasta voidaan havaita kaukolämmön kulutuksen tasainen kasvu, johon kuitenkin sisältyvät myös selkeät vuosittaiset vaihtelut. Samoin uusiutuvien polttoaineiden määrä tuotannosta on kasvanut, ja sen määrä on yli kaksinkertaistunut taulukon vertailuajankohtana.

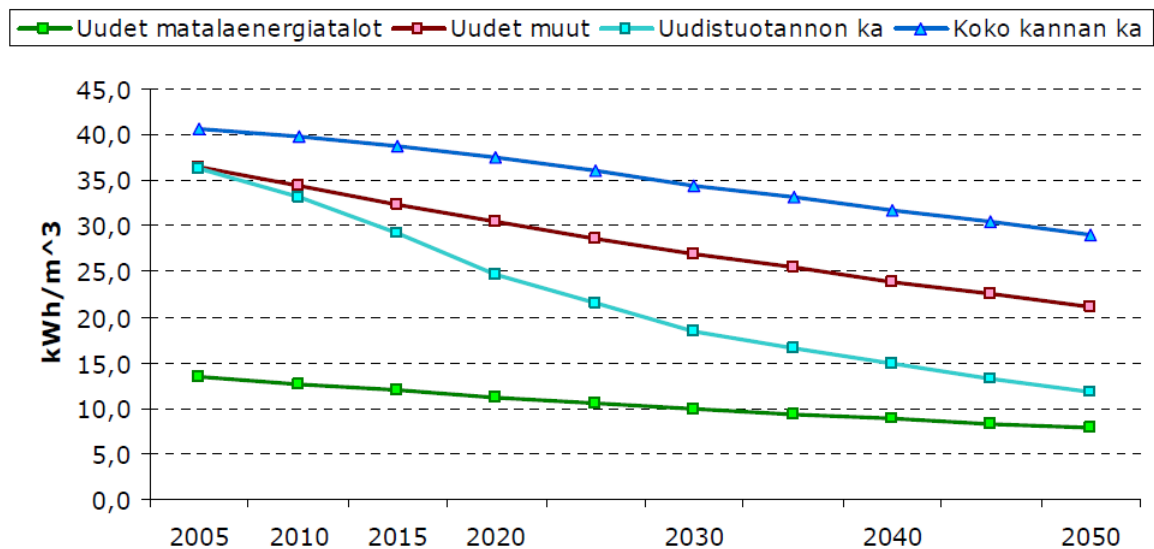


Kuva 6. Kaukolämmön kokonaiskulutuksen sekä asuintalojen kulutuksen kehitys sekä uusiutuvien polttoaineiden osuus kaukolämmön polttoainekulutuksesta vuosina 2000–2013. (Tilastokeskus 2014c: Energia 2014 –taulukopalvelu. Sovellettu taulukoita 4.1 ja 4.2)

Tulevaisuudessa asuinrakennusten kokonaisenergiankulutukseen tulevat vaikuttamaan merkittävästi rakennuskannan muutokset ja niiden sisältämät energiankulutuksen tehostamistoimet. Uudet rakennukset tulevat täyttämään nollaenergiarakentamisen määritelmät, jolloin tilojen lämmityksen ominaisenergiankulutuksen pienenee. Asumisväljyyden on kuitenkin ennakoitu kasvavan vuoteen 2050 mennessä nykyisestä 36,6 m²:stä 48 m²:iin henkilöä kohden. Tilastokeskuksen (2012) väestöennusteen mukaan vuonna 2050 Suomessa tulee olemaan hieman yli 6 miljoonaa ihmistä. Tästä voidaan arvioida, että asuinrakennusten pinta-ala tulee olemaan vuonna 2050 noin 47 % suurempi kuin vuonna 2010. (Energiateollisuus ry 2010, 17.) Tämä osittain kompensoi

matalaenergiarakentamisen aiheuttamaa lämmönkulutuksen vähenemistä, mutta matalaenergiarakentamisen muutokset rakennuskannassa vaikuttavat kuitenkin huomattavasti ominaislämmitysenergiaan.

Rakennusten energiankäytön tehostumisen myötä rakennuskannan keskimääräisen ominaislämmöntarpeen odotetaan pienentyvän nykytilasta vuoteen 2050 mennessä noin 32 % (Energieateollisuus ry 2010, 17). Kuvassa 7 on esitetty arvio uudisrakentamisen sekä koko rakennuskannan ominaislämmönkulutuksen kehityksestä vuoteen 2050 mennessä. Energiankäytön tehostumisen lisäksi ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan rakennusten lämmitysenergian kulutukseen. Vehviläisen et al. (2007, 25) mukaan ilmastonmuutos tulee pienentämään 16 % rakennusten lämmitystarvetta Suomessa vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 7. Rakennusten uudistuotannon ja koko rakennuskannan ominaislämmönkulutuksen ennakoitu kehitys. (Vehviläinen et al. 2007, 24)

Kaukolämmön kilpailukyvyyn odotetaan kuitenkin säilyvän pitkissä ennusteissa. Kaukolämpö tulee korvaamaan öljylämmitystä erityisesti taajama-alueiden palvelurakennuksissa, asuinkerrostaloissa sekä osittain myös rivitaloissa. Lisäksi monet hybridijärjestelmät hyödyntävät kaukolämpöä yhtenä lämpöenergiamuotona. Matalaenergiarakentaminen tulee kuinkin suosimaan sähkölämmitystä edullisten investointikustannusten vuoksi. Tämä koskee erityisesti haja-asutusalueen pientaloja, jotka tulevat suosimaan monipuolisesti erilaisia uusituvan lähienergian tuotannon muotoja. Kaukolämmön kannalta tärkein markkinapaikka on kuitenkin jatkossakin taajama-alueilla sekä kaupungeissa. (Energieateollisuus ry 2010, 18.)

2.3. Uusiutuvat lähienergiat

Keskitetyn tuotannon lisäksi lämpöenergiaa voidaan tuottaa myös hajautetusti lähellä kulutuskohdetta. Keskitetystä tuotannosta voidaan hyödyntää useita eri energialähteitä, ja se voi täyttää käyttäjän energiantarpeen joko kokonaan tai vain osittain. (Reinikainen 2014, 20.) Tyypillisesti lähienergiaa tuotetaan pienmuotoisesti uusiutuvilla energialähteillä rakennuskohtaisesti, rakennusryhmäkohtaisesti tai lähialueellisesti (RIL ry 2014, 10). Uusiutuvan lähienergian on usein oltava kytketty myös alueelliseen tai valtakunnalliseen energianjakeluverkkoon toimitusvarmuuden takaamiseksi. Energiaverkko voi olla sähköverkko tai kaukolämmön tai -jäähdytyksen jakeluverkko. Energian tehokas hyödyntäminen vaatii kuitenkin hyviä energian tuotannon, kuormituksen ja varastoinnin välisiä hallinta- ja automaatiojärjestelmiä (RIL ry 2014, 11). Energianjakeluverkkoa voidaan hyödyntää toimitusvarmuuden takaamisen lisäksi myös kaksisuuntaiseen kaupankäyntiin, jolloin tuotettua ylimääräistä lähienergiaa voidaan syöttää suoraan jakeluverkkoon. Tällöin asiakkaasta tulee myös energian myyjä.

Hajautetuksi energiantuotannoksi mielletään tyypillisesti pienet lämpökeskukset, joiden tarkoitus on auttaa tasaamaan kulutuksen vaihteluja sekä tuottaa lämpöä huippukulutuksen aikana. Lisäksi ne tukevat verkon toimintaa poikkeustilanteissa. (Pesola et al. 2011, 5.) Lämpöä voidaan myös hankkia teollisuudesta kolmansilta osapuolilta hukkalämpönä. Lämpöenergian tuotantoa on kuitenkin mahdollista tuoda yhä lähemmäksi kulutuspistettä pienimuotoisempaan tuotantona, jolloin energian tuottajana on asiakas tai muu kolmas osapuoli. Uusiutuvien lähienergioiden käytöllä vähennetään hiilidioksidipäästöjä ja lisätään huoltovarmuutta (RIL ry 2014, 11). Lämpöä voidaan tuottaa kulutuskohtaisesti joko vain omaa lämmönkulutusta varten tai vaihtoehtoisesti syöttää lämpöä kaukolämpöverkkoon, jolloin tuotanto katsotaan kaukolämmön kannalta todelliseksi tuotantoyksiköksi. Omaa kulutusta varten tuotettua lämpöä joudutaan usein kuitenkin turvaamaan toisella rinnakkaisella lämmöntuotantomuodolla, esimerkiksi kaukolämmöllä. (Pesola et al. 2011, 6.) Tämä asettaa haasteita kaukolämpöverkolle, sillä kohteen lämpöenergian tarve vaihtelee ja pisteen keskimääräinen kulutus on pieni. Hybridijärjestelmien vaikutuksia kaukolämpöverkkoon on käsitelty tarkemmin kappaleessa 2.4.

Lähienergialla tuotettu lämpöenergia asettaa kaukolämpöyhtiölle useita haasteita, mutta luo myös uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia. Kaukolämpöyhtiö voi olla esimerkiksi tuotantolaitteiden omistaja tai huolehtia järjestelmän käytöstä ja kunnossapidosta. (Pesola

et al. 2011, 5). Lisäksi yhtiö voi tehdä hybridiasiakkaan kanssa sopimuksen pelkästä kaukolämmön myymisestä, jolloin asiakas käyttää yhdistelmäratkaisuna eri lämmöntuotantomuotoja. Uuden liiketoimintamallin kehitysmahdollisuus kaukolämpöyhtiön kannalta painottuu juuri hybridiratkaisuihin (Klobut et al. 2014, 67). Kaukolämpöyhtiö voi myös tehdä sopimuksen kolmannen osapuolen kanssa tuotantoyksikössä tuotetun lämmön ostamisesta ja myymisestä (Pesola et al. 2011, 5).

Ruotsissa tehdyn haastattelututkimuksen perusteella on huomattu, että kaukolämmön ”vihreydellä” on suuri merkitys sekä kaukolämmön asiakkaille että tuottajille. Ympäristökysymyksiä ei siis voida sivuttaa lämmöntuotannossa, ja asiakasorganisaatioiden edustajien mukaan niillä on yhä suurempi merkitys asiakkaiden näkökulmasta. Tutkimukset osoittavatkin, että kaukolämpöyritykset, jotka kiinnittävät huomiota kaukolämpöliiketoiminnassaan matalahiiliseen lämmöntuotantoon, säilyttävät kilpailukykynsä parhaimmin tulevaisuudessa. (Larsson & Persson 2012, 18.) Tutkimuksessa huomattiin myös, että ihmiset kaipaivat lisätietoa kaukolämmön tuotannosta ja siinä tapahtuvista muutoksista. Usein tästä syystä ”vihreän” sähkön ostaminen koetaan yksinkertaisemmaksi, sillä monilla oli selkeämpi mielikuva uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetusta sähköstä kuin lämpöenergiasta. Tämä voi johtaa siihen, että ympäristöasioista kiinnostunut asiakas valitsee esimerkiksi maalämmön kaukolämmön tilalle, sillä asukkaat voivat mieltää tietävänsä maalämmön ympäristövaikutukset paremmin kuin esimerkiksi yhteistuotantovoimalaitoksen. (Larsson & Persson 2012, 19.) Kaukolämpöä kuitenkin tuotetaan yhä enemmän uusiutuvilla polttoaineilla ja energiapoliittiset päätökset nopeuttavat lämpöenergian uusiutuvan osuuden kasvua.

Lähienergia ja hajautettu lämmöntuotanto asettavat kuitenkin haasteita kaukolämmön eri tuotantolaitosten ajojärjestykselle, jotka määräytyvät marginaalikustannuksien mukaan. Nollaenergiarakentaminen ja uusiutuva lähienergia vähentävät kaukolämmön kulutusasteiden kulutusta. Hybridiratkaisujen myötä suurimmat kulutuspiikit kuitenkin pysyvät ennallaan tai jopa kasvavat. Tällöin hybridijärjestelmiä mitoitettaessa on otettava huomioon, että myös alhaiset käyttökustannukset omaavat tuotantomuodot saavat kuolettua pääomakustannuksensa.

Lähienergian tuotantoon soveltuvat monet eri tuotantomuodot, kuten lämpöpumput, aurinkolämpökeräimet ja biopolttoaineet sekä erilaiset lämmöntalteenotto- ja

varastointijärjestelmät kuten lämpöpaalut (RIL ry 2014, 31). Tuotantomuodot on esitelty lyhyesti seuraavissa kappaleissa.

2.3.1. Aurinkolämpö

Yksi merkittävimmistä uusiutuvan energian lähteistä on aurinkolämpö, jonka markkinat kasvavat maailmalla nopeasti. Vuonna 2014 Euroopan Unionin ja Sveitsin alueella asennettiin 2 GW_{th} uutta aurinkolämpökapasiteettia, mikä tarkoittaa noin 2 900 000 m² aurinkopaneeleina. Yhteensä näillä alueilla on aurinkolämpöön asennettua kapasiteettia 31,8 GW_{th}. (ESTIF 2015, 5.) Euroopan johtava aurinkolämmön tuottaja on Saksa, jonka kumulatiivinen installoitu kapasiteetti vuonna 2014 oli noin 12,4 GW_{th}, Suomessa puolestaan vain 31 MW_{th} (ESTIF 2015, 10–11).

Tanskan, Ruotsin ja Itävallan alueilla on kerätty kokemuksia myös aurinkolämmön yhdistämisestä kaukolämpöön. Lisäksi muilla uusiutuvan energian tuotantomuodoilla on huomattu olevan vaikutuksia myös kaukolämmön keskitettyyn tuotantoon. Tanskassa on huomattu kasvaneen tuulivoimatuotannon heikentävän CHP-laitosten sähköntuotannon kannattavuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että hyvien tuuliolosuhteiden aikana on kannattavampaa tuottaa lämpöä kaukolämpöverkkoon kuin ajaa CHP-laitoksia. Tämä, ja suhteellisen korkea kaukolämmön hinta, on antanut mahdollisuuden liittää suuria aurinkolämpöjärjestelmiä kaukolämpölaitosten yhteyteen, jossa voidaan hyödyntää olemassa olevan laitoksien lämpöakkuja. (CIT Energy Management AB 2010, 9). Yksi esimerkeistä on Brædstrupin kaupungin kaukolämpöön yhdistetty aurinkolämpöjärjestelmä (kts. kuva 8), jossa keräinpinta-alaltaan 18 600 m² kokoisen laitoksen tuottama lämpöenergia varastoidaan maalämpöakkuihin. Lämpöakkuihin voidaan varastoida lähes 500 MWh lämpöenergiaa keskimäärin 65 °C:ssa. Tämä kattaa noin 20 % kaupungin kaukolämmön tarpeesta. (Solar District Heating 2012).

Suomessa kiinnostus aurinkolämpöä kohtaan on kasvanut viime vuosina, sillä aurinkolämmön sekä -sähkön teknologian kehittyminen on vaikuttanut kustannuksiin laskevasti. Lisäksi kysyntä hiilidioksidittoman energian tuotantoon on kasvanut voimakkaasti, ja tiukentuneet energiamääräykset ja -direktiivit vauhdittavat aurinkolämmön yleistymistä. Suomessa on jo kerätty kokemuksia aurinkolämmön liittämisestä osaksi pientalon lämmitysjärjestelmää, mutta keskitetyn tuotannon liittäminen kaukolämpöön on osoittautunut haasteelliseksi. Kuten Brædstrupin aurinkolämpövoimalasta huomattiin, aurinkolämmön tuotannon lämpötilataso on matala.

Uudenlaisen teknologian, kuten tyhjiöputkikeräinten, avulla voidaan nostaa lämpötilatasoa, mutta myös matalalämpötilaisten kaukolämpöratkaisujen odotetaan helpottavan käyttöönottoa. (Tahkokorpi et al. 2011, 5.) Suomeen ei ole kuitenkaan muodostunut vakioituja ratkaisuja aurinkolämmön kytkennöille tai kokonaisratkaisuille, joita varten tarvittaisiin lisää kokemusta sekä keskitetyistä että hajautetuista aurinkolämpöratkaisuksista (Tahkokorpi et al. 2011, 18).



Kuva 8. Aurinkolämpöjärjestelmä yhdistettynä kaukolämpöön Brædstrupissa, Tanskassa. (CIT Energy Management AB 2010, 9)

Aurinkolämmön liittäminen osaksi kaukolämpöverkkoa aiheuttaa lämpötilatason alenemisen lisäksi myös tuotannollisia haasteita verkolle. Suomessa saatava vuotuinen auringonsäteilyn määrä on noin 1000 kWh/m^2 , joka on noin viidenneksen pienempi kuin Keski-Euroopassa. Tämä vastaa Pohjois-Saksassa saatavaa säteilymäärää. Suomessa vuodenaikavaihtelut ovat kuitenkin huomattavasti suuremmat, joten joulukuusta tammikuuhun säteilyenergiaa ei saada hyödynnettyä juuri nimeksikään. (Motiva 2014, 3.) Aurinkolämmön, kuten minkä tahansa muun aurinkoenergian, tuotanto painottuu siis kesäaikaan, jolloin kaukolämmön kulutus on pienimmillään. Lisäksi aurinkolämmön tuotannossa on suuria päiväkohtaisia vaihteluja, jotka aiheuttavat ongelmia tuotannon mitoitukselle. Tämä korostuu erityisesti, mikäli aurinkolämmön osuus kokonaistuotannossa kasvaa merkittävästi. Tuotannon vaihtelua tulee tasoittaa joko korvaavalla tuotannolla tai lämpöenergian varastoinnilla. Aurinkolämmön varastointiin

soveltuvat parhaiten vesisäilövarastot sekä maa- ja kalliovarastot. (Tahkokorpi et al. 2011, 14.)

Aurinkolämmön kaksi yleisintä keräintyyppiä ovat taso- ja tyhjiöputkikeräin. Molemmat tekniikat hyödyntävät auringon säteilyenergiaa siirtämällä sitä käyttökohteeseen järjestelmässä kiertävällä nesteellä. Tasokeräimet ovat tyypillisin keräinmalli Euroopassa. Siinä jäätymätön neste siirtää lämmön keräimiltä varaajalle tai lämmönsiirtimelle. Tyhjiöputkikeräimet ovat puolestaan suosittuja erityisesti Kiinassa, ja niiden tekniikka perustuu tyhjiöputken sisällä olevaan lämpöputkeen, joka siirtää lämmön lämmönsiirtonesteeseen lämmönvaihtimen välityksellä. Tyhjiöputkella pystytään tuottamaan tasokeräimiä korkeampia lämpötiloja, mutta ne ovat tasokeräimiä kalliimpia sekä alttiita halpatuonnista johtuville laadunvaihteluille. (Pöyry 2013, 9.)

Seuraavissa kappaleissa on eritelty aurinkolämmön keskitetyn ja hajautetun tuotannon ominaisuuksia kaukolämpöjärjestelmän kannalta.

Keskitetty tuotanto

Keskitetyissä ratkaisuissa aurinkolämpökeräimet sijoitetaan keskitetysti yhteen yleensä päälämpövoimalan läheisyyteen. Aurinkolämpöjärjestelmä liitetään kaukolämpöverkkoon joko suoraan tai lämpövaraston kautta. Keskitetyt järjestelmät voidaan sijoittaa joko yhdelle alueelle, tai voidaan myös hyödyntää alueen muita aukeita alueita kuten kattopinta-aloja tai meluvalleja varjostus ja kallistuskulma huomioon ottaen (Pöyry 2013, 22). Järjestelmän tuottamaa lämpöenergia voidaan hyödyntää joko kaukolämpöverkon paluueden esilämmitykseen tai matalalämpötilaisen menoveden lämmitykseen (Tahkokorpi et al. 2011, 24). Mitä suuremmaksi aurinkolämmön osuus kokonaistuotannosta kasvaa, sitä enemmän on kiinnitettävä huomiota lämmön varastointiin. Lämpövaraaja kapasiteetti mitoitetaan useimmiten tasaamaan vuorokauden tai muutaman päivän tuotantomäärän vaihtelun. Saksassa on kehitetty myös kausivarastoja, joiden avulla kesän aikana tuotettu ylijäämälämpö varastoidaan esimerkiksi porakaivoihin, joita voidaan hyödyntää myöhemmin lämmityskauden aikana. (Tahkokorpi et al. 2011, 19–20.)

Erittäin suuren aurinkolämpöjärjestelmän tuotanto vaikuttaa myös kaukolämmön muuhun tuotantoon. Runsaan tuotannon aikaan voi peruskuormalaitoksen minimikuorma tulla vastaan, jolloin lämmöntarpeen kattamiseksi voidaan joutua käyttämään pienempiä

lämpökattiloita. Äärimmäisessä tapauksessa siis aurinkolämmön lisääminen voi lisätä öljyn käyttöä lämmöntuotannossa. (Pöyry 2013, 27.) Taloudellisesti kuitenkin aurinkolämmön käyttö olisi perusteltua juuri korvaamaan öljyntuotantoa erillislaitoksessa (Pöyry 2013, 30). Todennäköisempää on kuitenkin se, että aurinkolämmön tuotanto vaikuttaa jonkin yhteistuotantolaitoksen lämmöntuotantoon, jolloin kapasiteetin laskiessa myös tuotetun sähkön määrä laskee. (Pöyry 2013, 27.)

Vaikka aurinkolämpöjärjestelmiä tukemaan on useita ympäristöllisiä argumentteja, järjestelmien voimakas yleistyminen vaatii myös taloudellista kannattavuutta. Aurinkolämmön tulisi siis korvata kesäaikana kalliita lämmöntuotantomuotoja, jotka käytännössä tarkoittavat öljyä ja maakaasua. Näiden osuus lämmöntuotannosta on kuitenkin hyvin pieni erityisesti kesäaikana. Nykyisellä kustannusrakenteella aurinkolämpö ei siis pysty kilpailemaan kivihiilen tai biopolttoaineiden kanssa. Täten siis Suomen kaukolämmön muuttuvat kustannukset ovat nykyisessä tilanteessa aurinkolämmön tuotantokustannuksia pienemmät, minkä takia aurinkolämmön taloudellinen potentiaali nykytilanteessa on varsin vähäinen. Tämä ei kuitenkaan koske niitä kohteita, jotka ovat kaukolämpöverkon ulottumattomissa (Pöyry 2013, 30–21), jolloin aurinkolämpöratkaisut kilpailevat muiden vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen kanssa.

Hajautettu tuotanto

Hajautetussa ratkaisussa aurinkolämpökeräimet sijoitetaan yleensä kaukolämmön asiakkaiden omistamien kiinteistöjen katolle. Tällöin kytkentä- ja liiketoimintavaihtoehtoja syntyy enemmän verrattuna keskitettyyn tuotantoon. Aurinkolämpöjärjestelmän tuottama lämpöenergia voidaan hyödyntää yksinomaan kiinteistössä tai se voidaan liittää kaukolämpöverkon meno- tai paluupuolelle. (Tahkokorpi et al. 2011, 18.) Kiinteistöön sijoitetussa aurinkolämpöjärjestelmässä on otettava huomioon keräimen ja keräinpiirin mitoittaminen, varaajan mitoittaminen ja sijoittaminen sekä paneelien suuntaus ja kallistuskulma, varjostus, kiinnitykset sekä toimintalämpötila (Pöyry 2013, 20). Aurinkokeräinten tuottama lämpöenergia on tehokkainta hyödyntää tilaajalaitteen kylmimmässä pisteessä, jossa kylmästä vedestä tuotetaan lämmintä käyttövedettä (Tahkokorpi et al. 2011, 21). Tyypillisesti aurinkolämpöratkaisut tulevat uusiin tai mittavan peruskorjauksen rakennuksiin. Tällöin edellä mainitut vaatimukset on mahdollista ottaa huomioon jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Aurinkolämpökeräimien käyttöikä

on varsin pitkä, noin 20–30 vuotta, ja uusittavia tai rikkoontuvia komponentteja on varsin vähän. (Pöyry 2013, 19–20.)

Kiinteistön aurinkolämpöratkaisut ovat lähes poikkeuksetta hybridiratkaisuja, jolloin on otettava huomioon myös aurinkolämmön yhteensopivuus muiden lämmitysjärjestelmien ja talotekniikan kanssa (Pöyry 2013, 20.) Kaukolämpöön liitetyn kiinteistön tuottama aurinkolämpö vähentää kaukolämmön tarvetta kesäkaudella, talviaikainen kaukolämmön huipputehontarve säilyy ennallaan, mikäli talvella ei ole tarjolla erillistä kausivarastointia. Lisäksi kiinteistön syöttämä ylijäämälämpö kaukolämpöverkkoon lisää tuotannon painottumista lämmityskaudelle entisestään. (Pöyry 2013, 13.)

Hajautettu aurinkolämmön tuotanto luo monipuolisesti liiketoimintamahdollisuuksia. Ruotsissa kaukolämpöverkkoon kytketyt hajautetut järjestelmät ovat tyypillisesti vuokratyöyhtiöissä, jolloin kiinteistöyhtiö omistaa aurinkokeräimet. Keräimet on kytketty suoraan kaukolämpöverkkoon, jolloin lämpöyhtiö velottaa asiakasta nettoperiaatteella: asiakkaalta veloitetaan kaukolämpöverkkoon syötetyn ylijäämälämmön ja sieltä ostetun energian erotus. Tällöin kaukolämpöverkko toimii sekä lämmön varaajana että lisälämmön tuottajana. Myös lämpövoimayrittäjä voi rakentaa ja operoida kiinteistöjen aurinkolämpöjärjestelmiä, mikä on tyypillinen liiketoimintamalli Itävallan aurinkolämpöjärjestelmissä. Lämpövoimayrittäjä myy tuottamansa lämpöenergian kiinteistöille ja/tai kaukolämpöyhtiölle. (Tahkokorpi et al. 2011, 22–23.)

2.3.2. Lämpöpumput

Lämpöpumpuilla siirretään maahan, kallioon, veteen tai ilmaan auringosta varastoitunutta lämpöenergiaa rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen. Toimintaperiaate muistuttaa kylmälaitteita, ja rakennusten lämpöpumppuja voidaankin käyttää myös tilojen viilennykseen. (RIL ry 2014, 35.) Suomessa käytössä olevien lämpöpumppujen määrä on lähes 25-kertaistunut vuosien 2000 ja 2013 välillä (SULPU ry 2014, 3), ja vuonna 2013 asuinrakennuksissa tuotettiin lämpöpumpuilla energiaa noin 4,3 TWh/a (Tilastokeskus 2014a). Tilastokeskuksen (2014a) mukaan suurin osa lämpöpumpuista on sijoitettu annetun tehomäärän perusteella erillisiin pientaloihin.

Lämpöpumpputekniikat voidaan jakaa niiden lämpöenergian ottotavan mukaisesti ilma-, maa-, poistoilma ja ulkoilma-vesilämpöpumppuihin (RIL ry 2014, 49). Suurin osa, noin 75 %, lämpöpumpuista on ilmalämpöpumppuja. Toiseksi eniten on maalämpöpumppuja, noin

15 %. (SULPU ry 2014, 3). Lämpöpumput ovat yleensä täydentäviä lämmitysjärjestelmiä, ja investointikustannusten pienentämiseksi ne usein miten mitoitetaan noin 60–85 %:lle tarvittavasta maksimilämmitystehosta. Osatehomitoituksella lämpöpumput voivat kattaa jopa 90–98 % talon vuosienergiasta. (RIL ry 2014, 60–85.) Lämpöpumppujärjestelmien oikea mitoitus on kuitenkin usein yksi järjestelmän kannattavuuden kannalta merkittävimpiä tekijöitä. Lämpöpumppujärjestelmä vaatii lisälämmitystä kovimmilla pakkasilla, jolloin myös muut lämmöntuotantojärjestelmät ovat kuormitettuja. Lämpöpumppujen rinnakkaisena lämmitysjärjestelmänä voidaan käyttää esimerkiksi sähköllä, puulla, öljyllä tai kaukolämmöllä toimivaa lämmitysjärjestelmää.

Lämpöpumppujen tuottamaa lämpöenergiaa hyödynnetään joko kiinteistön tilojen tai käyttöveden lämmittämiseen. Maalämpöpumppu soveltuu kiinteistön ja käyttöveden lämmitykseen ja sitä voidaan soveltaa myös vesikiertoiseen lattia- tai patterilämmitysjärjestelmään. Suomessa on viime vuosina tehty maalämpöjärjestelmiä myös suurille kiinteistöille, kuten teollisuus- ja toimistorakennuksille tai kerrostaloihin (Rototek 2015). Tyypillisesti maalämpöjärjestelmät tehdään energiakaivoina, joissa maahan tehtyyn porareikään asennetaan keruuputkisto. Lämpöä voidaan kerätä myös maaperästä metrin syvyyteen asennetulla vaakaputkistolla. (RIL ry 2014, 50–51.) Ilmalämpöpumpulla puolestaan voidaan lämmittää vain huoneilmaa, mutta poistoilmalämpöpumppu ja ilma-vesilämpöpumppu soveltuvat sekä käyttöveden että rakennuksen lämmitykseen. (RIL ry 2014, 53.)

Lämpöpumppujen riippuvuus sähköstä heikentää niiden ilmastoystävällisyyttä, vaikka järjestelmien lämmönlähteenä toimiikin niin sanotusti ilmainen lämmönlähde. Lämpöpumppujen päästökehitys on riippuvainen aina marginaalisähkön päästöjen kehityksestä (Reinikainen 2014, 16). Lämpöpumppujen sähkönkulutukseen, ja tätä kautta myös päästöihin, voidaan vaikuttaa minimoimalla lämmönlähteen ja lämmönluovutuksen välinen lämpötilaero: mitä pienempi lämpötilannostotarve on, sitä parempi lämpökerroin eli COP-arvo (Coefficient of Performance) on. Maalämpöpumpun tyypillinen COP-arvo on 4,5–2,5 silloin, kun lämmityskierron vesi on 30–60 °C ja maaputkiston neste on nollasteista. Ilmalämpöpumpuilla COP on pienempi, noin 2,5. Mikäli lämmönlähteen lämpötila laskee merkittävästi, ilmalämpöpumpun teho heikkenee ja se alkaa vastata suoraa sähkölämmitystä. (Rinne & Syri 2013, 10.)

Sähkön hinnankelitys vaikuttaa myös lämpöpumppujen optimaaliseen käyttöön sekä lämmön tuottajan että asiakkaan näkökulmasta. Mikäli sähkön hinta on alhainen, on energiayhtiön kannattavaa tuottaa omilla lämpöpumpuilla energiaa yli oman tarpeen ja ladata mahdollisia lämpövarastoja. Sähkön hinnan ollessa korkea on kannattavampaa tuottaa lämpöä yhteistuotantolaitoksissa. Sähkön korkea hinta lämmityskaudella merkitsee usein myös korkeaa lämmitystarvetta, jolloin asiakkaan näkökulmasta kiinteistöön asetetun lämpöpumpun käyttäminen ei ole optimaalista. Energiayhtiöt ovatkin esittäneet huolensa sähkön perustuvien lämmitysratkaisujen lisääntymisestä, sillä niiden aiheuttama sähkönkulutuksen lisääntyminen talvikaudella ajoittuu korkean sähkön hinnan ja tuotannon päästöjen kannalta epäedulliseen aikaan. (Pesola et al. 2011, 7.)

Suomessa on myös muutamia suuremman kokoluokan lämpöpumppulaitoksia, jotka hyödyntävät soveltuvat ympäristöystävälliseksi tavaksi tuottaa sekä kaukolämpöä että -jäähdytystä. Näistä yksiä merkittävimpiä ovat Helenin Katri Valan lämpöpumppulaitos (lämpöteho 90 MW ja jäähdytysteho 60 MW), joka hyödyntää jätevettä ja kaukojäähdytyksen paluuvettä (Helen 2015), sekä Turku Energian Kakolan lämpöpumppulaitos (lämpöteho 19,5 MW ja jäähdytysteho 13,0 MW), joka hyödyntää alueen jätevesiä (Turku Energia 2009).

Energiapaalu on yksi maalämpöpumpun sovelluksista ja se toimii samalla myös rakennuksen kantavana perusrakenteena. Energiapaalut voivat olla joko lyömällä tai poraamalla asennettavia riippuen perustamisolosuhteista. Tyhjiin teräspaaluihin asennetaan lämmönkeräysputket, joissa virtaa lämmönsiirrinne. Paalut täytetään betonilla, minkä jälkeen ne toimivat samalla periaatteella kuin perinteinen maalämmön energiakaivoratkaisu. Energiapaaluja voidaan myös hyödyntää jäähdytysenergian tuottamiseen. (RIL ry 2014, 56–57.)

2.3.3. Bioenergia

Puun poltolla tulisijoissa on Suomessa pitkät perinteet. Suurissa rakennuksissa voidaan kuitenkin hyödyntää biomassaa myös polttamalla sitä pelletti- tai hakemuodossa biokattiloissa (RIL ry 2014, 45). Vuonna 2013 puun pienkäytöllä tuotettiin 52,2 PJ asuinrakennusten lämmitysenergiasta, mikä vastaa 26 % asuinrakennusten kokonaislämmitysenergiasta. Arvoon sisältyy myös viljakasvien ja olkien käyttö maatalousrakennusten käytössä. Suurin osa puun pienkäytön lämmitysenergiasta tuotettiin erillisissä pientaloissa, joiden osuus on noin 87 %. (Tilastokeskus 2014c, taulukko 7.1)

Biomassan poltto on hiilidioksidineutraalia, sillä biomassaan sitoutuu enemmän hiilidioksidia kuin sitä vapautuu ilmakehään palaessa. Sen sijaan pienhiukkaspäästöjä muodostuu pienpoltossa runsaasti, mutta voimalaitoksissa hiukkaspäästöistä pystytään erottelemaan jopa 99 % sähkösuodattimien avulla. Puu on merkittävin biomassa erityisesti Suomessa, mutta bioenergiaa saadaan myös peltobiomassasta, biokaasusta sekä kierrätys- ja jättepolttoaineesta. (RIL ry 2014, 33.)

Puupolttoaineen poltto tulisijoissa on suosituimpia bioenergia hyödyntämismuotoja Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen (2009) mukaan lämmityskaudella 2007/2008 Suomessa poltettiin 6,7 miljoonaa kiintokuutiometriä puuta. Bioenergiaa voidaan hyödyntää teollisuuden lisäksi myös asuinrakennusten lämmitykseen. Puun polton lisäksi bioenergiaa hyödynnetään pellettikeskuslämmityksessä ja pellettitakoissa. Vuonna 2012 pellettejä käytettiin 190 000 tonnia, joka vastaa 45 000 omakotitalon lämmitystarvetta. Pellettilämmityksellä voidaan huolehtia koko rakennuksen lämmityksestä, tai pellettitakkaa voidaan käyttää lisälämmönlähteenä. Pellettikeskuslämmitys koostuu pellettisiilosta, siirtokuljettimesta, polttimesta, kattilasta, savuhormista sekä keskuslämmitysjärjestelmän ohjausautomaatiosta. Lämmönjakotapa voi olla lattialämmityksellä tai lämpöpattereilla. Pellettikeskuslämmitys vaatii oman teknisen tilan ja pelletit on varastoitava kuivassa tilassa. (Motiva 2012, 2–4.)

Haketta käytetään tyypillisesti energialähteenä isoissa yhteistuotantolaitoksissa sekä keskikokoisissa ja pienissä lämpölaitoksissa. Hake sopii kuitenkin myös kiinteistökohtaisen lämmöntuotannon polttoaineeksi. Tämä vaatii kuitenkin, että kiinteistöstä tulee löytyä runsaasti tilaa polttoainevarastolle ja lämpökeskukseen tulee voida liikennöidä myös kuorma-autolla. Hakevarasto täytetään viikoittain ja laitoksen huollosta huolehtii lämpöyrittäjä. Hakkeen poltto on siis monimutkaisempi lämmitysratkaisu pelletteihin verrattuna sen monimutkaisemman polttoaineenkäsittelyjärjestelmän sekä laadullisten vaihtelujen vuoksi. Kiinteistökohtaisia hakelämmityslaitoksia on Suomessa noin 30 000 kappaletta. (RIL ry 2014, 33–34.)

2.4. Hybridijärjestelmät

Hybridi- eli yhdistelmäjärjestelmiksi voidaan luokitella lämmitysratkaisut, jotka perustuvat kahden tai useamman eri lämmitysjärjestelmän yhdistämiseen. Useat uusiutuvaa energiaa hyödyntävät lämmitysratkaisut tarvitsevat rinnalleen lämmityskaudelle toisen lämmitysjärjestelmän, jolla voidaan toimitusvarmasti ylläpitää tarvittavaa lämmitystasoa.

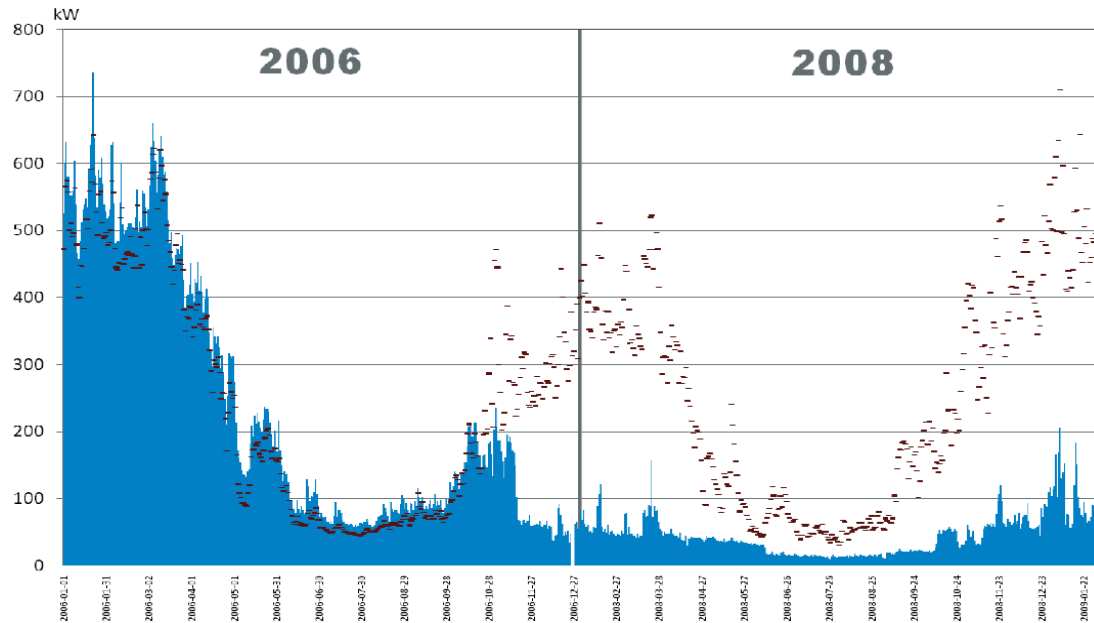
Hybridiratkaisuissa käytettyjä lämpöpumppuratkaisuja ei mitoiteta vastaamaan koko lämmitystarvetta, joten rinnalle tarvitaan väistämättä myös toinen lämmitysratkaisu. Uusiutuvan lähienergian ratkaisut ajavat siis usein itse itsensä hybridiratkaisuiksi.

Hybridiratkaisut soveltuvat hyvin korkeiden energiakustannusten kohteisiin, kuten sähkö- ja öljylämmitykseen, joissa rinnakkaisratkaisut ovat taloudellisesti helposti perusteltavissa (Pöyry 2011, 18). Kauko- ja lähienergiamuotoja yhdistelemällä voidaan muodostaa energiatehokkaita kiinteistön tai asuinalueen lämmöntuotantoratkaisuja, joissa alueen erilaiset lämmönvarastointi- ja tuotantomuotovaihtoehdot kytketään automaatiolla toisiinsa. Hybridijärjestelmien taloudellinen hyöty riippuu aina paikallisista olosuhteista, tuotantomuodosta ja viranomaisten lupakäytännöistä, jotka koostuvat rakennus- tai toimenpideluvasta ja ilmoitusmenettelystä. (RIL ry 2014, 69.)

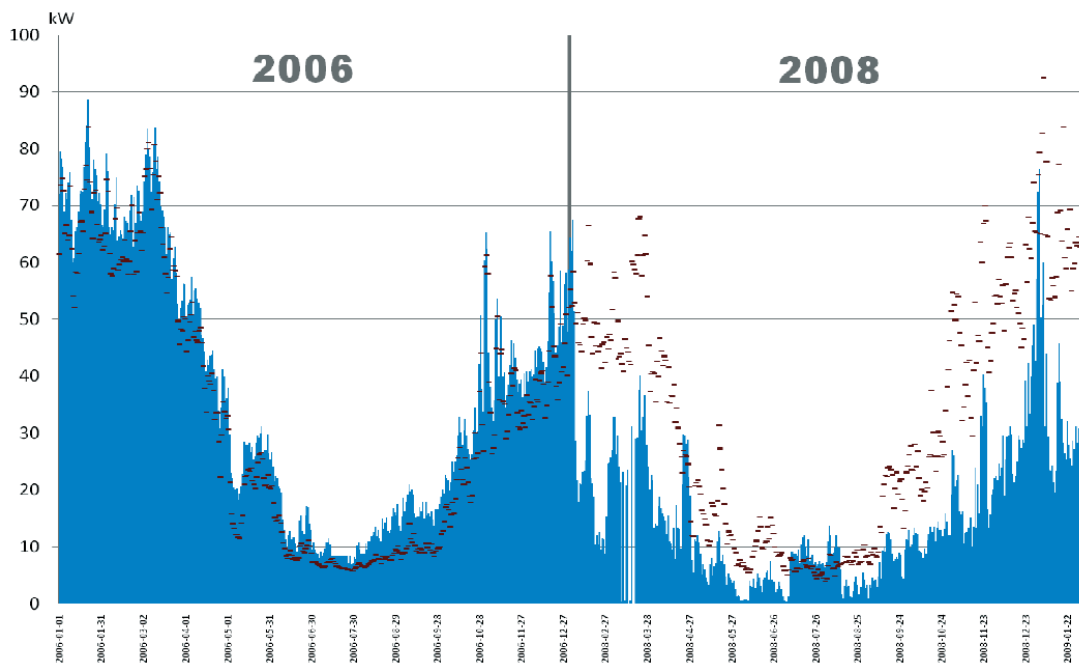
Kiinteistöjen hybridijärjestelmät taajama-alueilla vaikuttavat myös kaukolämpöliiketoimintaan, mikäli hybridijärjestelmiä asennetaan olemassa oleviin kaukolämpökohteisiin tai kaukolämpöverkon jakelupiiriin valmistuviin uudiskohteisiin. Olemassa olevissa kohteissa hybridijärjestelmät voivat vaikuttaa kaukolämpöliiketoiminnan kilpailukykyyn, mikäli kaukolämmön hintataso nousee niin korkealle, että hybridijärjestelmän investointikustannuksen takaisinmaksu pystytään toteuttamaan saavutetuilla säästöillä. Tämä kuvaa nollatason ratkaisua, mutta tavoiteltavaa on löytää lämmitysratkaisu, joka tuottaisi käyttäjälleen säästöä takaisinmaksun jälkeen. Toisaalta esimerkiksi lämpöpumppujärjestelmiä voidaan asentaa myös jäähdytystarpeen vuoksi. Hybridijärjestelmät kuitenkin asennetaan kattamaan lämmön peruskuormaa, jolloin järjestelmät leikkaavat kaukolämmön vastapainepotentiaalia. Tällöin kaukolämmön kannalta kohteen kulutuspiteessä keskimääräinen kulutus laskee, mutta pisteen hetkellinen tehontarve säilyy. (Pöyry 2011, 19.)

Svenk Fjärrvärme AB (2009, 5–6) on arvioinut, kuinka kaukolämpöasiakkaiden asentamat lämpöpumput vaikuttavat kaukolämpöliiketoimintaan Ruotsissa. Tärkeintä olisi säilyttää nykyiset asiakkaat sekä lämpöpumpun tai muun hybridiratkaisun asentaneet asiakkaat kaukolämpöasiakkaina. Tutkimuksessa arvioitiin, että lämpöpumppujen asentaminen tulee vaikuttamaan kaikkiin Ruotsin kaukolämpöyhtiöihin vuoteen 2025 mennessä kaukolämmön myynnin alenemisena. Vaikutusten arvioitiin olevan pienimmät niille kaukolämpöyhtiöille, joiden kaukolämmön hinnat olivat vertailun alimpia. Lisäksi suurten kaupunkien kaukolämpöyhtiöt voivat kompensoida lämpöpumppujen aiheuttamaa tappiota

pyrkimällä laajentamaan kaukolämpöverkkoaan. Kuvassa 9 on esitetty maalämpöpumpun ja kuvassa 10 ilmalämpöpumpun vaikutuksia kaukolämpöasiakkaan vuorokauden keskiarvoiseen lämmitystehtävään kaukolämpöyrityksen näkökulmasta.



Kuva 9. Kallioliämpöä hyödyntävän maalämpöpumpun asennuksen vaikutukset kaukolämpöasiakkaan vuorokauden keskiarvoiseen lämmitystehtävään. (Svensk Fjärrvärme AB 2009, 24.)



Kuva 10. Ilmalämpöpumpun asennuksen vaikutukset kaukolämpöasiakkaan vuorokauden keskiarvoiseen lämmitystehtävään. (Svensk Fjärrvärme AB 2009, 25.)

Kuvissa 9 ja 10 siniset palkit kuvaavat toteutunutta asiakkaan vuorokauden keskiarvollaista lämmitystehoa. Ruskeat pisteet puolestaan kuvaavat tyypillisen kaukolämpöasiakkaan normaaliprofiilin. Vuonna 2006 asiakkaat ovat ostaneet kaiken tarvitsemansa lämpötehon kaukolämpöyhtiöltä, mutta vuonna 2008 asiakkailta on käytössä myös lämpöpumppu. Kuvasta 9 nähdään, että maalämpöasiakkaan keskimääräinen tehontarve on selkeästi pienentynyt. Ilmalämpöpumppuasiakkaalla puolestaan esiintyy selkeitä tehopiikkejä lämmityskauden aikana, jolloin asiakas on saavuttanut tyypillisen kaukolämpöasiakkaan tehontarpeen. Keskimääräinen kulutus on kuitenkin pienentynyt selvästi. Hybridiratkaisut asettavat kaukolämpöyhtiöt ongelmalliseen asemaan, sillä kaukolämmön tuotannossa on erittäin vaikeaa huomioida kuvan 10 kaltaiset tehonmuutokset. Ongelmaksi muodostuu myös se, kuinka tyypillisen kaukolämpöasiakkaan tehoprofiilia tulisi muuttaa, kun asiakaskuntaan tulee yhä enemmän hybridiratkaisuja käyttäviä asiakkaita. Samaan aikaan kuitenkin kaukolämpöyhtiöille olisi tärkeää säilyttää kaikki nykyiset asiakkaat kaukolämpöasiakkaina.

Uudiskohteiden hybridijärjestelmissä pyritään usein juuri edellä mainittuihin tehosuhteisiin, mikäli kaukolämpöä halutaan hyödyntää huippu- tai varajärjestelmänä uusiutuvan lähienergiamuodon rinnalla. Vastaavanlaisten hybridiratkaisujen yleistyminen uudistuotannossa tulevat aiheuttamaan merkittäviä haasteita kaukolämmön hinnoittelulle sekä tuotantokapasiteetin mitoitukselle. Kaukolämmön tuotannon ja kulutuksen joustavuutta tulisi kehittää vastaamaan paremmin kysynnän vaihteluita. Pesolan et al. (2011, 6) mukaan hybridiratkaisuja kehitettäessä on myös huomioitava, että kaukolämmön tuotannon ajojärjestys määräytyy aina tuotantolaitosten marginaalikustannusten mukaan. Tällöin hybridijärjestelmien oikea mitoittaminen on kaukolämpöjärjestelmän kannalta erittäin tärkeää, sillä myös alhaiset käyttökustannukset omaavien tuotantomuotojen investointikustannukset on saatava kuoletettua.

Myös ilmastollisesta kannalta lämpöpumpuilla ei tulisi korvata keskitettyä tuotantoa lämmityksessä. Rinteen & Syrin (2013, 12) mukaan lämpöpumppujen käyttäminen lämmityksessä CHP:n korvaajana kasvattaisi päästöjä nykytilanteesta. Tämä johtuu lämpöpumppujen käyttämästä sähköstä. Maalämpöpumpun vuosittaiseksi päästökertoimeksi lyhyellä aikavälillä on arvioitu 216 gCO₂/kWh, kun lämpöpumpun COP-arvo on 3,2. Tämä on noin 4-5 kertainen verrattuna tutkimuksessa käsiteltyjen CHP-laitoksissa tuotetun kaukolämmön laitosyoppien painotettuun keskiarvoon. Lämpöpumppujen päästökertoimet voivat olla myös suurempia, mikäli huonon

lämpökertoimen omaavaa lämpöpumppua käytetään talviaikaan, jolloin sähköntuotannossa joudutaan hyödyntämään enemmän hiili- tai muuta lauhdevoimaa.

2.5. Älykäs kaukolämpöjärjestelmä

Nykyinen kaukolämpöinfrastruktuuri ei ole joustava tulevaisuudessa tapahtuville kulutusprofiilien ja kokonaiskulutuksen muutoksille. Toimintaympäristössä tapahtuvat muutokset, erityisesti rakennusten energiatehokkuuden lisääminen, tulevat muuttamaan sekä kaukolämmön kokonaiskulutusta että kulutusprofiilia. Huipunkäyttöajat tulevat todennäköisimmin pienenemään, mikä puolestaan vaikuttaa lämmöntuotantorakenteeseen sekä huipputehon mitoitukseen. Tämä ajaa kaukolämpöyhtiöt kehittämään kaukolämpöinfrastruktuuria, jossa pyritään hyödyntämään myös mahdollisimman paljon olemassa olevaa infrastruktuuria. Tämä tulee vaatimaan verkolta älykkyyttä, jotta kaukolämpöjärjestelmän eri osa-alueet tukisivat toisiaan kulutuksen ja tuotannon vaihtelussa. (Pesola et al. 2011, 4.)

Älykkästä kaukolämpöjärjestelmästä käytetään useita eri määritelmiä, jotka kuitenkin sisältävät teemoja liittyen kysyntäjoustoneen ja hajautettuun tuotantoon. Pesolan et al. (2011, 17) mukaan älykäs kaukolämpöverkko voidaan määritellä kaukolämpöverkkona, jossa lämpöenergiaa tuotetaan joustavalla tuotantorakenteella. Verkossa yhdistyvät sekä hajautettu että keskitetty lämmöntuotanto. Lämmönkäytön kulutushuippuja pyritään ohjaamaan lämpövarastoilla ja kulutuksen ohjauksella. Tuotannon suunnittelussa hyödynnetään kerättyjä mittaustietoja sekä kulutuksen ja tuotannon reaaliaikaista ohjausta. Lisäksi hinnoittelumallit tukevat älykkään teknologian tuomia mahdollisuuksia, joilla voidaan palkita asiakasta, joka on huipputehon aikaan muuttanut kulutusprofiiliaan kysyntäjoustoneen mukaan.

Lund et al. (2014, 1-2) puolestaan määrittelee älykkääksi kaukolämpöjärjestelmän, joka perustuu sähkön, kaukolämmön ja kaasun verkostojen yhdistämiseen, ja niiden optimointiin parhaalla mahdollisella tavalla. Kaukolämpöä ja -jäähdytystä tuotetaan sekä keskitetysti että hajautetusti ja uusiutuvaan energian perustuvat tuotantomuodot ovat olennainen osa järjestelmää. Lisäksi lämmön ja jäähdytyksen asiakkaat voivat myös osallistua markkinoille. Älykkään kaukolämpöjärjestelmän haasteeksi mainitaan matalalämpötilaisten lämmönlähteiden hyödyntäminen, verkon integrointi matalaenergiarakennusten kanssa ja tiedon kerääminen mittausdatan avulla.

Kaukolämpöverkko sisältää jo nykyisellään vaihtelevan määrän älyä, jota on sisällytettyä verkon eri osa-alueisiin. Näitä ovat muun muassa lämmön tuotantolaitteisto, jakeluverkosto, lämmönsiirtimet ja lämpövarastot sekä koko järjestelmän käytönvalvonta. Verkon älykkyyttä ei siis voida irrottaa omaksi erilliseksi järjestelmäksi, jonka tarkastelu onnistuisi yhtenä kokonaisuutena. (Pesola et al. 2011, 4.) Kaukolämpöverkkoon on sisällytettävä aina tietty määrä älykkyyttä, mutta sen todellisen tarpeen mittaaminen verrattuna saavutettuihin hyötyihin ja verkkoon tehtyihin investointeihin on haastavaa. Verkon älykkyydellä pyritään kehittämään erityisesti eri lämmöntuotantomuotojen keskinäistä ajojärjestystä, käytön optimointia ja kysynnän joustoa varastoimalla lämpöä. Lisäksi verkkoon lisätyillä toiminnoilla voidaan pyrkiä ennakoimaan tai kehittämään kulutusprofiileja tai huipunkäyttöaikoja, jotka helpottavat uusien hinnoittelu- ja liiketoimintamallien luomista. (Pesola et al. 2011, 5.)

Älykkäästä uuden sukupolven kaukolämpöverkosta on myös käytetty ilmaisua 4GDH (eng. 4th Generation District Heating) eli neljännen sukupolven kaukolämpö. Ensimmäinen sukupolvi kuvaa maailman ensimmäisiä kaukolämpö ja -höyry järjestelmiä aina 1930-luvulle asti. Toisen sukupolven aikana kaukolämpöä käytettiin yhä yleisemmin asuinrakennusten lämmitykseen. Lämmöntuotanto perustui korkealämpötilaisen paineistetun veden käyttöön ja CHP:n hyödyntämiseen. Tänä aikana Neuvostoliitossa rakennettiin paljon kaukolämpöverkkoja.

Kolmannen sukupolven aika on pohjoismaisten kaukolämpöverkkojen aikaa. Tänä aikana ovat monet nykypäivän kaukolämpöratkaisut saaneet alkunsa. Kaukolämmön kehitystä vauhditti erityisesti 1970-luvun öljykriisi, joka kosketti koko maailmaa. Kolmannen sukupolven aikana osassa Pohjoismaita laskettiin kaukolämpöveden lämpötilaa alle 100 °C:een. Kaikkien sukupolvien aikana kehitys on ollut kohti matalampia lämpötiloja verrattuna edellisiin sukupolviin. Lisäksi verkon materiaaleja on pyritty kehittämään ja tuotantolaitoksista halutaan yhä automatisoituneempia. Neljäs sukupolvi puolestaan kuvaa tulevaisuuden kaukolämpöä 2020-luvulta alkaen. (Lund et al. 2014, 3.) Taulukkoon 1 on eritelty Lundin et al. (2014, 5) tunnistamat neljä kaukolämmön eri sukupolvea.

Neljännelle sukupolvelle ominaisia piirteitä ovat kaukolämpöverkon matalalämpötilaisuus, komponenttien kehitys ja joustavat putkimateriaalit. Lisäksi sukupolven kehitykseen erityisesti tuotannon osalta vaikuttavat ympäristöargumentit ja kestävä kehitys. Yhä enemmän tullaan kiinnittämään huomiota siihen, millä uusiutuvan energian muodoilla

lämpöä tuotetaan kannattavasti ja missä sitä tulisi tuottaa. Neljännen sukupolven verkot tulevat siis vastaamaan haasteisiin, joissa matalalämpötilaisella tuotannolla tulisi pystyä lämmittämään sekä olemassa olevaa rakennuskantaa sekä uudisrakennuksia. Lisäksi kaukolämpöverkon häviöitä tulisi pienentää ja jätelämpöä tulisi hyödyntää paremmin. Kaukolämpöverkon tulee myös pystyä keskustelemaan muiden älykkäiden energiaratkaisujen kanssa kokonaisjärjestelmän optimoimiseksi. Olennainen osa kaukolämpöjärjestelmien kehitystä on myös ratkaisujen saattaminen taloudellisesti kannattavaksi ja motivoiviksi sekä kaukolämmön asiakkaille että lämmön tuottajille. (Lund et al, 2014, 2-3)

Taulukko 1. Kaukolämmön sukupolvet. (Lund et al. 2014, 5.)

	1. sukupolvi	2. sukupolvi	3. sukupolvi	4. sukupolvi
Kuvaus	Höyrykauko-lämmitys	”Neuvostoliitto-lainen” teknologia	”Skandinaavinen” teknologia	4GDH
Aikakausi	1880–1930	1930–1980	1980–2020	2020–2050
Lämmön-siirtoaine	Höyry	Paineistettu vesi, yleensä >100 °C	Paineistettu vesi, 70–120 °C	Matalalämpötilainen vesi, 30-70°C
Lämmön-siirtimet	-	Vaippa-putki-lämmönsiirtimet	Levylämmön-siirtimet	Levylämmön-siirtimet ja lämmönjakokeskukset
Rakennukset	Kaupunkien asuinrakennukset ja palvelusektori	Asuinrakennukset ja palvelusektori 200–300 kWh/m ²	Asuinrakennukset, palvelusektori ja myös yksittäisiä pientaloja 100–200 kWh/m ²	Uudisrakennukset: < 25 kWh/m ² Olemassa olevat rakennukset: 50–150 kWh/m ²
Lämpöpatterit	Korkealämpötilainen (90 °C) höyry tai vesikiertojärjestelmällä	Korkealämpötilainen (90 °C) käyttäen suoraan tai epäsuorasti kaukolämpövettä	Keskilämpötilainen (70 °C) käyttäen suoraan tai epäsuorasti kaukolämpövettä. Lattialämmitys.	Lattialämmitys. Matalalämpötilaiset (50 °C) lämpöpatterit. Epäsuora kaukolämpöveden käyttö.

2.5.1. Lämpövarastot

Yksi olennainen osa älykästä kaukolämpöverkkoa ja kysynnän joustoa on lämpövarastojen kehittäminen. Lämmön varastointia käytetään kuormien hallintaan, ja niiden avulla pystytään hyödyntämään sähkön hinnan vuorokauden sisäistä vaihtelua, jolloin lämpövarastoja ja -akkuja varataan edullisen tuotannon aikaan. Varastoitua lämpöä hyödynnetään lämmöntarpeen kasvaessa tai lämmön hinnan ollessa korkea, jolloin varaustehoa purkamalla korvataan huipputehokattiloiden käyttöä. (Pesola et al. 2011, 13.) Kaukolämmön kulutuksen vaihtelu voidaan erotella tilastollisesti ennustettaviin lämpimän käyttöveden kulutuksen vaihteluun ja rakennusten sisälämpötilan vaihteluun, sekä sään vaihteluun vuorokausi-, kuukausi- ja vuodenaikatasoilla. Ulkolämpötilan keskilämpötilat ovat jossain määrin ennustettavissa, mutta pitkäaikaisvaihtelut ovat satunnaisia. (Energiateollisuus ry 2006, 383.)

Uusituvista lämmöntuotantoratkaisuista erityisesti aurinkolämpö on kiinnostanut viimeisien vuosien aikana. Auringon tuottama lämpö korreloi kuitenkin käänteisesti lämmön kulutuksen kanssa, jolloin aurinkolämpöjärjestelmä tulisi yhdistää kaukavarastointijärjestelmään. Lämmön varastointijärjestelmät eivät kuitenkaan ole vielä kilpailukykyisiä, sillä esimerkiksi suuren kokoluokan pilottiprojekteissa ilman varastointia aurinkolämpöjärjestelmien tuottaman lämmön hinnaksi on saatu yli 150 €/MWh ja kausivarastoinnin kanssa yli 300 €/MWh (Mangold 2007, 2).

Lämmön varastointimuodon valintaan vaikuttavat varastointiaika ja lämpötila. Lämpövarastojen koot vaihtelevat suuren kokoluokan kaukolämpöverkon varaajista pienempiin kiinteistökohtaisiin lämpövaraajiin, jotka toimivat usein käyttövesivaraajina. (Pesola et al. 2011, 13.) Lämpövarastot voidaan jakaa tuntuvan lämmön varastoihin, latenttilämpövarastoihin sekä termokemiallisiin varastoihin. Näistä tuntuvan lämmön varastot ovat eniten käytettyjä, ja ne soveltuvat parhaiten kaukolämmön varastointiin. Vesivaraaja on tunnetuin tuntuvan lämmön varastointitekniikoista. Vesi on edullisen hintansa ja suuren ominaislämpökapasiteettinsa vuoksi hyvä varastointimateriaali. (Tahkokorpi et al. 2011, 14.) Nykyisellä tekniikalla tuntuvan lämmön varastoilla voidaan tasoittaa tuotantoa tunti- tai päivätasolla, ja asiantuntijoiden mukaan lämpöakku tulee olemaan osa lähes jokaista kaukolämpöverkkoa tulevaisuudessa (Pesola et al. 2011, 13).

Tuntuvan lämmön varastointitekniikoista kaukolämmön varastointiin soveltuvat vesisäiliövarastot tai maa- ja kalliovarastot. Vesisäiliövarastot voivat olla

korkealämpötilaisia tai -paineisia maanpäällisiä varastoja tai kallioluolavarastoja, jotka ovat ilmanpaineisia ja suhteellisen matalalämpötilaisia. Edellä mainittuja vesisäiliövarastoja käytetään Suomessa pääasiallisesti varalämmönlähteenä tai lämmön tuotannon optimointiin CHP-laitoksissa. (Tahkokorpi et al. 2011, 16.) Kuvassa 11 on Turku Energian vanhaan kaasukelloon rakennettu vesisäiliövarasto, joka on rakennettu tasaamaan kaukolämmön kulutushuippuja.

Maalämpövarastoja on hyödynnetty erityisesti Ruotsissa, jossa on porattu useita lämpökaivoja suhteellisen lähelle toisiaan, jolloin niitä voidaan hyödyntää myös kausivarastoina. Kallioperää voidaan myös hyödyntää lämmön varastointiin, mutta niiden hyödyntäminen korkeamman lämpötilan varastona vaativat suuren alkuinvestoinnin. Kallioperävarastot sopivat usein kuitenkin myös kaukojäähdytyksen tuottamiseen. (Tahkokorpi et al. 2011, 17–18.)



Kuva 11. Turun kaasukelloon sijoitettu lämpöakku. (Turku Energian kuva-arkistot.)

Latenttilämpövarastot hyödyntävät faasimuutosta vakiolämpötilassa. Aineen sulattaminen tai höyrystäminen vaatii energiaa, ja puolestaan aineen jähmettyminen tai tiivistyminen vapauttaa lämpöä. Latenttilämpövarastot sopivat lämmön lyhytaikaiseen varastointiin esimerkiksi talojen ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmissä. (Tahkokorpi et al. 2011, 15–16.)

Termokemialliset varastointitekniikat ovat vielä hyvin harvinaisia, ja ne perustuvat sorptio-prosessissa vapautuvaan tai sitoutuvaan reaktiolämpöön (Pesola et al. 2011, 13).

2.5.2. Mittaustekniikka

Kaukolämpöenergian mittauksen parametrit ovat veden massavirta sekä veden lämpötilat kaukolämpöverkon meno- ja paluuputkessa (Pesola et al. 2011, 14). Energiamittauksen tarkentamisella voidaan saavuttaa hyötyjä muun muassa tuotannon optimoinnissa, tehotarpeen ennakoinnissa ja pumppauksen ohjauksessa. Reaaliaikaisella mittauksella päästään lähemmäs tuotannon optimointia, mikäli mittausjärjestelmä yhdistetään osaksi lämmöntuotannon ohjausta kysynnän perusteella. Tämän mittaustiedon tulisi olla sekä kaukolämmön tuottajan että asiakkaiden saatavissa, jolloin molemmilla osapuolilla on mahdollisuus vaikuttaa lämpökuormaan. Näihin yhdistetty hybridijärjestelmä kytkeytyy päälle kysynnän mukaan, jolloin on mahdollisuus saavuttaa kokonaistaloudellisesti optimoitu lämmitysjärjestelmä. (Pesola et al. 2011, 15.)

Reaaliaikainen mittausjärjestelmä on mahdollista kytkeä yhteen reaaliaikaisen energian kustannustiedon, lämpötilaennusteen ja tuotannon automaattioratkaisun kanssa. Asetettujen raja-arvojen ylittyessä automaation avulla etsitään kokonaiskustannuksiltaan edullisin lämmöntuotannon ratkaisu, jolla haluttu lämpötilataso voidaan tuottaa. Tämä vaatii kuitenkin jatkuvaa tiedonkeruuta kulutuksesta sekä hinta- ja säätiedoista, jotta automaatiojärjestelmällä pysyttäisiin optimoimaan tuotannon ajojärjestystä ja tehotasoa. Tuntikohtaista tarkempaa mittaustasoa ei kuitenkaan ole tarpeen toteuttaa, sillä tätä nopeampi reagoitase ei ole yhtä tarpeellinen kuin esimerkiksi sähkönjakelussa. (Pesola et al. 2011, 15–16.) Järjestelmien tulee kuitenkin keskustella keskenään ongelmattomasti. Eri valmistajien tuotteiden tulee noudattaa samaa kiinteistöautomaatiostandardia, jotta tuotevalikoiman yhdistäminen ja ohjelmoiminen voidaan suorittaa väyläteknikalla. Näistä yhtenä esimerkkinä on kansainvälinen KNX-kiinteistöautomaatiostandardi. (KNX Finland ry, 2015.)

Useimmat energiayhtiöt saavat jo nyt tuntikohtaista asiakkaiden lämmönkulutustietoa, joilla on mahdollisuus kerätä tietoa asiakkaiden kulutustottumuksista sekä reagoida mahdollisiin verkon vikatilanteisiin. Kerättyä dataa on myös mahdollista hyödyntää asiakkaan informointiin omasta kulutuskäyttäytymisestään sekä myös mahdollisesti viestittää, kuinka paljon omalla kulutuksellaan on aiheuttanut päästöjä tai vaihtoehtoisesti säästänyt. Tietoa on mahdollista yhdistää myös suoraan asiakkaan kotona olevaan

kotinäyttöön. Reaaliaikaisen ja luotettavan mittauksen toteuttaminen vaatii kuitenkin kehittyneitä mittausjärjestelmiä kaukolämpöjärjestelmän eri osista sekä erillisen tietokannan organisointia. (Pesola et al. 2011, 15.) Reaaliaikaisen mittaus- ja kulutustiedon odotetaan kuitenkin edistävän kaukolämmön asemaa kilpailutilanteessa muita energiantuotantomuotoja vastaan.

Mittaus- ja säätöominaisuuksia voidaan myös yhdistää lämmönvaihtimeen. Rakennuksen käyttämää lämmitysenergiankulutusta voidaan automaattisesti joko katkaista tai sitä voi merkittävästi pienentää tilanteissa, joissa lämpimän käyttöveden kulutuksessa syntyy piikki säätämällä rakennuksen lämmitysjärjestelmiä. Tällöin kaukolämpöverkosta otettua lämpötehoa voidaan käyttää kokonaan tai osittain lämpövaraajan lämmittämiseen. Asiakas ei huomaa lyhytaikaista lämmitystehon muutosta esimerkiksi patterilämmityksessä, mutta tämä tasaisi kysynnän vaihtelua kaukolämmön näkökulmasta. (Pesola et al. 2011, 15.)

2.5.3. Kaukolämmön hinnoittelumallit

Kaukolämmön tariffi muodostuu nykyisin useimmilla energiayhtiöillä vesivirtaan (m^3/h) tai tehoon (kW) perustuvasta kiinteästä maksusta sekä kulutukseen perustuvasta energiamaksusta (€/MWh). Tariffimallia on kuitenkin alettu kehittää kohti vuodenaikatariffia, missä kesä- ja talvikausille tai eri vuodenaajoille asetetaan omat tariffinsa. Liittymähinnoitteluun ei kuitenkaan voida soveltaa tariffihinnoittelun mallia. Älykkään kaukolämpöverkon järjestelmillä ja tuntimittauksella olisi mahdollisuus myös ohjata kulutuskäyttäytymistä tuntitasolla, jolloin päivän huipputunteina kaukolämmön hinta olisi korkeampi muihin vuorokaudenaikoihin nähden. Edullisten tuntien ja huipputuntien välinen hintaero tulee kuitenkin olla riittävän korkea, mikä kannustaisi asiakasta todelliseen kysyntäjoukseen. Hinnoittelumalli tulee toteuttaa asiakkaan ehdoilla niin, että se on asiakkaalle helposti ymmärrettävissä eikä vaikuta asumismukavuuteen negatiivisesti. (Pesola et al. 2011, 32–33.)

Kysyntäjoukseen liittäminen kaukolämmön hinnoittelumallin voidaan käytännössä toteuttaa kahdella eri menetelmällä. Kaukolämmön myyjä voi sopia asiakkaan kanssa, että myyjällä on oikeus ohjata lämpökuormaa ennalta sovittujen kriteerien ja raja-arvojen perusteella. Toinen vaihtoehto on, että lämpökuorman säätäminen jää asiakkaan tehtäväksi. Mikäli nämä menetelmät halutaan tehdä kiinteistöautomaation järjestämänä, kiinteistön on huolehdittava oikeasta rakennusautomaation tasosta sekä riittävästä mittausdatan keräämisestä ja sen välittämisestä rakennusautomaatiolle. Jotta kysyntäjouksesta olisi

hyötyä kaukolämpöyhtiölle, tulee kysyntäjouksoon osallistuvien asiakkaiden määrän olla tarpeeksi suuri, jotta vaikutukset ulottuisivat esimerkiksi tuotantoinvestointeihin. (Sarvaranta et al. 2012, 23.)

Uudenlaista tariffimallia kehitettäessä toimitussopimuksessa on syytä määritellä huoneilmalle takuulämpötila, jonka alle kulutuspisteen sisälämpötila ei saa laskea. Mikäli näin tapahtuu, kaukolämpöyhtiö olisi velvollinen hyvittämään asiakkaalle tietty korvaus, joka olisi pienempi kuin huipputehokapasiteetin säädöstä aiheutuneet kustannukset. Toisaalta takuulämpötilan määrittäminen antaa kaukolämpöyhtiölle mahdollisuuden hyödyntää joustovaraa, jolloin yhtiö voisi huipputunteina katkaista lämmön toimituksen hetkellisesti. (Pesola et al. 2011, 33.)

2.6. Kaksisuuntainen kaukolämpöratkaisu

Kaksisuuntaisessa kaukolämpöverkkoratkaisussa kaukolämpöverkkoon voidaan syöttää kohdekohtaisesti tuotettua lämpöä nykyiseen kaukolämpöjärjestelmään joko meno- tai paluupuolelle. Tällöin kaukolämpöverkon kannalta hajautetusta tuotannosta muodostuu todellinen tuotantoyksikkö. Tällöin kaukolämpöyhtiön asema kaukolämpöliiketoiminnassa monipuolistuu: kaukolämpöyhtiö voi tehdä sopimuksen lämmön ostamisesta ja myymisestä, se voi huolehtia vain järjestelmän käytöstä ja kunnossapidosta tai yhtiö voi olla myös kohdekohtaisten tuotantolaitteiden omistaja. (Pesola et al. 2011, 6.) Kuvassa 12 on esitetty kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon toimintamalli.

Kaksisuuntainen ja matalalämpötilainen kaukolämpöratkaisu on yksi mahdollisuus kaukolämpöyhtiölle, jolla voidaan laajentaa kaukolämpöliiketoimintaa rakennusten energiatehokkuuden parantuessa ja uusiutuvan lähienergiatuotannon määrän kasvaessa. Kaksisuuntaisesta lämpökaupasta sopimalla kaukolämpöyhtiö voi luoda uuden liiketoimintamallin, joka soveltuu hyvin uudisrakentamiskohteisiin, jotka muutoin valitsisivat uusiutuvan lähienergian tuotannon rinnalle sähkölämmityksen. Hinnittelumallilla ja lähienergian tuotantomuotojen oikealla mitoittamisella jätelämpö saadaan hyödynnettyä myös asiakkaan kannalta houkuttelevasti. Asiakkailla on myös mahdollisuus mitoittaa lämpöenergian tuotanto yli oman tarpeensa, jolloin lämpöä voidaan myydä enemmän kuin pelkästään ylijäämälämpöä syöttämällä. Lämpökaupan avulla kaukolämpöyhtiö saa vahvistettua liiketoimintaansa uusilla asiakkailla.



Kuva 12. Kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon toimintamalli.

Kaukolämmön tulevaisuuden kehityksen odotetaan suuntautuvan yhä enemmän hyvin eristettyihin matalan lämpötilan verkkoihin, joilla on kyky vastata pienenevään (Ottosson et al. 2013, 149). Myös hybridiratkaisut ja kaksisuuntaisuus ajavat kaukolämpöverkkoa kohti matalampia lämpötiloja. Matalalämpötilaisessa verkossa hajautetun tuotannon hyötysuhdetta pystytään kasvattamaan sen mukaan, mitä alhaisemmassa lämpötilassa lämpö tuotetaan. Lämpötilaeron pienenemisen hyödyt voidaan havaita erityisesti aurinkolämmössä ja maalämmössä. Matalalämpötilainen verkko pienentää myös absoluuttisia verkostohäviöitä. Pumppaustehoa saatetaan kuitenkin tarvita lisää, sillä veden massavirta on pidettävä riittävänä, jolloin myös verkon putkikoko kasvaa. Verkon lämpötila ei saa kuitenkaan laskea alle 65 °C:een käyttöveden hygieenisen laadun ylläpitämiseksi. Tällöin käyttövesi tulee erikseen priimata esimerkiksi sähkövastuksella. (Pesola et al. 2011, 34.)

Kaksisuuntainen kaukolämpöratkaisu asettaa kiinteistöautomaatiolle vaativampaa tasoa kuin perustason automaatiassa. Kaukolämpöjärjestelmän mittaus, mitatun datan tiedonsiirto ja tallennus sekä eri järjestelmien keskinäinen kommunikointi ovat olennaisessa osassa lämpökauppaa. Lisäksi erilaiset näyttötaulut informoivat asukkaita

toteutuneesta kulutuksesta, tuotannosta sekä energian hinnasta. Näyttöjen avulla voidaan myös pyrkiä ohjaamaan kulutustoimintaa haluttuun suuntaan. Lämpökaupan tarvitsemat vaatimukset tulee ottaa huomioon jo rakennussuunnittelun alkuvaiheessa, jolloin voidaan varata tarvittavat tekniset tilat ja putkitukset järjestelmille. Rakentamisen ohjauskeinoilla kuten tontinluovutusehdoilla voidaan asettaa tietty vaatimustaso rakennuksille, jolloin varmistutaan haluttujen ratkaisujen toteutumisesta.

Kaksisuuntaiset ratkaisut asettavat haasteita olemassa olevalle kaukolämpöverkolle, mikäli kaksisuuntaisen verkon aluetta ei eriytetä omaksi alueekseen lämmönvaihtimen kautta. Verkon kannalta on haastavaa, mikäli pientaloja liittyy runsaasti yksittäisinä tuottajina verkkoon. Useasta pisteestä verkkoon syötetty lämpö, ja tätä kautta myös pumppaus, voi aiheuttaa verkon epävakautta pumppauksesta johtuvista paine- ja lämpötilaeroista. (Pesola et al. 2011, 34.)

Fortum on pilotoinut kaksisuuntaista lämpökauppaa *Öppen Fjärrvärme* (suom. avoin kaukolämpö) -hankkeessaan. Pilotissa muodostettiin asiakkaiden ja tuottajien välille yhteiset lämmitysmarkkinat, joissa asiakas voi myydä ylijäämälämpöä takaisin tuottajalle markkinahintaan. Tuotettu lämmön hinta ei ole riippuvainen lämmönlähteestä, tuotantotavasta tai tuotannon omistuksesta, vaan myyntihinta on sidottu seuraavan vuorokauden lämpötilaennusteeseen, ja seuraavan päivän tuntikohtaiset myyntihinnat ilmoitetaan internetin kautta. Hankkeen lähtökohtana on ollut kaukolämpöjärjestelmän kykenemättömyys tarjota kokonaisratkaisua asiakkaille, joiden rakennuksien energiatehokkuutta parannetaan ja joiden jäähdytystarve kasvaa. Avointa kaukolämpöä on testattu Tukholman alueella 20 asiakkaan kanssa. Asiakkaisiin kuuluvat muun muassa elintarvikeyrityksiä, joiden jäähdytyslaitteistosta saadaan hyödynnettyä hukkalämpöä sekä kaksi datakeskusta. Hankkeen tavoitteena on myös saada kaukojäähdytyksen piiriin koko Tukholman alue. (Fortum 2015)

Lämpökaupan osaksi voidaan ottaa myös kaukojäähdytys, jonka avulla kaukolämmöllä olisi mahdollisuus kilpailla hybridiratkaisujen kanssa uudisrakennuksissa. Rakennusten energiatehokkuuden lisääntyessä kasvavat myös rakennusten sisäiset lämpökuormat eristyksen parantuessa ja elektroniikan määrän kasvaessa. Tämä aiheuttaa jäähdytystarpeen kasvamisen erityisesti kesällä. Kaukojäähdytystä olisi tällöin mahdollista markkinoida yhdessä kaukolämmityksen kanssa muodostaen yhteisen kaukolämpötuotteen. Tätä on hyödynnetty myös *Öppen Fjärrvärme* -hankkeessa. (Sarvaranta et al. 2012, 25.) Osalla

uusiutuvista lähienergiamuodoista voidaan tuottaa myös jäähdytystä, jonka ylituotantoa voitaisiin myydä verkkoon lämmön ohella. SunZEB-raportin (Schemeikka et al. 2015, 81) mukaan rakennuksen voidaan myös katsoa toimivan lämpövarastona, jolloin kaukojäähdytyksellä sisätiloja jäähdyttämällä poistettu lämpö voidaan käyttää hyödyksi toisaalla. Tällöin kaukojäähdytyksen voidaan ajatella toimivan lämmöntalteenottoon perustuvana järjestelmänä.

2.7. Kaukolämmön loppukäyttäjä

Kaukolämmön merkitys Suomen lämmitysjärjestelmässä on suuri, kuten työssä on aikaisemmin todettu. Erityisesti suurimmissa kaupungeissa kaukolämmön osuus lämmitysenergian kulutuksesta on merkittävä, noin 80–90 % (Energiateollisuus ry 2006, 5). Rakennusten uudistuotannossa on kuitenkin herännyt kiinnostusta myös vaihtoehtoisille lämmitysratkaisuille, jotka olisivat toteutuskelpoisia myös kaupunkien keskustoissa.

Suomessa uudistuotantoa rakennetaan noin 8-10 miljoonaa neliometriä vuodessa, mikä vastaa noin 1,5 % rakennuskannan kokonaismäärästä. Korjausrakentamisen kohteena ovat erityisesti 60- ja 70-luvuilla rakennetut rakennukset, joiden osuus rakennuskannasta on noin 30 %. Uudistuotannosta puolet korjaa poistumaa, ja puolet kasvattaa rakennuskantaa. Asuinväljyyden lisäksi myös asuinpinta-ala asukasta kohden on uudisrakentamisen myötä kaksikertaistunut 1970-luvulta, jolloin pinta-ala oli 20 m²/henkilö. Talotyyppien eli erillispientalojen, rivitalojen ja kerrostalojen osuudet ovat pysyneet samana viime vuosikymmeninä. Erillispientaloja on noin 40 % ja kerrostaloja noin 40 % asunnoista, joista loput ovat rivitaloja. (Airaksinen et al. 2013, 6-7.) Rakennuskannasta 60 % on joko suoraan tai asunto-osakeyhtiön kautta kotitalouksien omistuksessa (Airaksinen et al. 2013, 8).

Suomessa olemassa olevan rakennuskannan keskimääräinen energiankulutus on noin 250 kWh/m², josta lämmityksen osuus on noin 160 kWh/m². Lämmitysenergiaan on laskettu myös veden lämmittämiseen tarvittava energia. Uudisrakennusten keskimääräinen energiankulutus on noin 130–150 kWh/m², josta lämmittämiseen kuluu noin 70 kWh/m². Lämmitysenergian kulutus on kuitenkin voimakkaasti riippuvainen asukkaan kulutuskäyttäytymisestä, jolloin samana vuonna rakennettujen ja teknisiltä ominaisuuksiltaan samankaltaisten asuntojen lämmitysenergiankulutus voi vaihdella moninkertaisesti. (Airaksinen et al. 2013, 8.)

Kuten aiemmin kuvasta 7 huomattiin, rakennusten ominaislämmönkulutus vähenee tulevaisuudessa voimakkaasti. Koko rakennuskannan keskimääräinen ominaislämmitysenergian kulutus vähenee noin 30 % vuoteen 2050 mennessä. Rakennuskannan kasvusta huolimatta lämmitysenergian kokonaistarve pienentyy noin 30 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Energiateollisuus ry 2010, 17), kuten myös taulukosta 2 voidaan havaita. Huipputehon tarve ei kuitenkaan vähene samassa suhteessa kuin keskimääräinen ominaislämmitysenergian kulutus, joten on tärkeää kiinnittää myös huipputehontarpeen säätöön energiatehokkuutta parannettaessa (Airaksinen et al. 2013, 9).

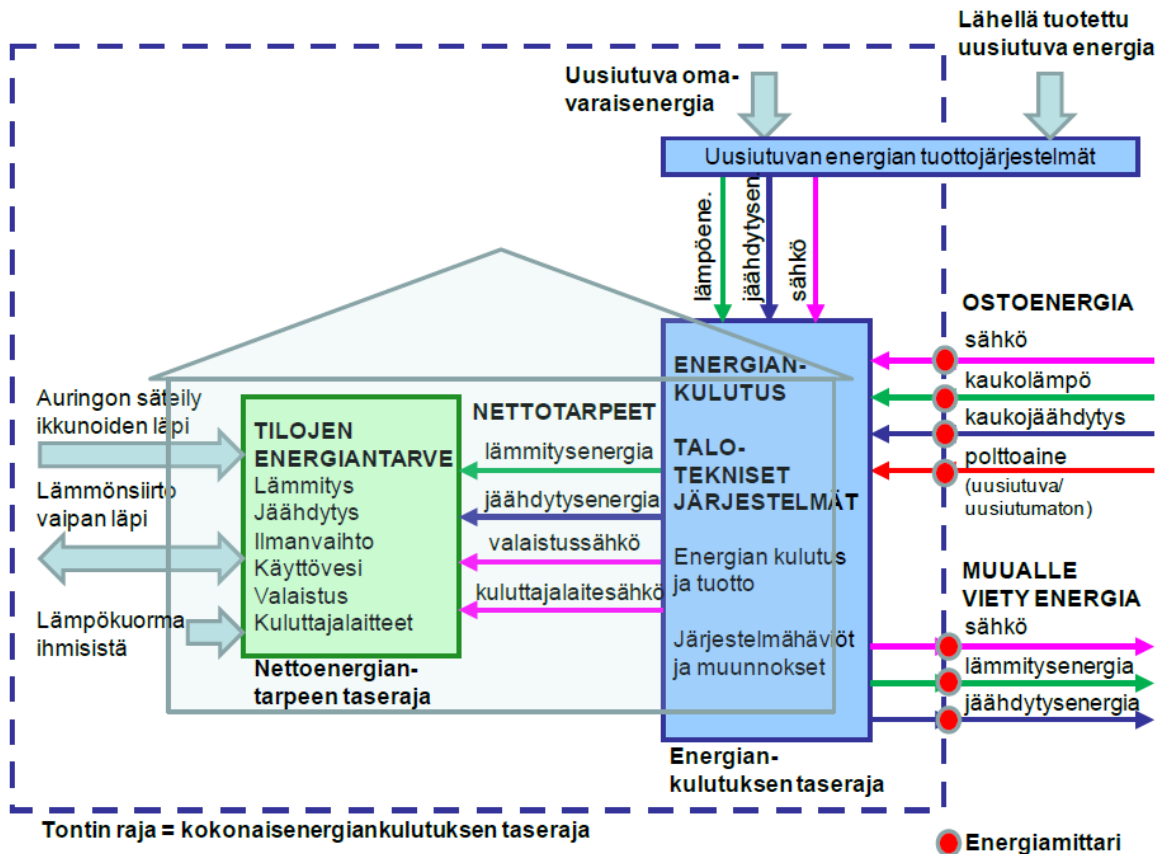
Taulukko 2. Arvio rakennusten keskimääräisestä lämpöenergian tarpeesta vuosina 2009, 2020 ja 2050 sekä muutos vuodesta 2009 vuoden 2050 arvion keskiarvoon (Energiateollisuus ry 2010, 40 mukailtuna.)

	Arvio rakennustyyppien keskimääräisestä lämpöenergian tarpeesta [kWh/m ² , a]			Muutos vuodesta 2009 vuoden 2050 arvion keskiarvoon
	2009	2020	2050	
Erilliset pientalot	148	134	88–110	33 %
Rivi- ja ketjutalot	145	136	93–116	28 %
Asuinkerrostalot	151	142	99–124	26 %
Toimistorakennukset	227	205	136–170	33 %
Liikerakennukset	286	272	195–244	23 %
Teollisuusrakennukset	353	338	241–301	23 %

EU:n asettamat tavoitteet ohjaavat uudisrakentamista kohti lähes nollaenergiatasoa. Rakennus- ja energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) 2010/31/EU mukaan vuodesta 2021 alkaen kaikkien uusien rakennuksien on oltava lähes nollaenergiarakennuksia. Direktiivissä lähes nollaenergiarakennus on rakennus, jolla on erittäin korkea energiatehokkuus. Lisäksi rakennuksessa tarvittava energia olisi laajalti katettava uusiutuvista energialähteistä peräisin olevalla energialla. Tämä voi tarkoittaa verkosta ostettua ostoenergiaa tai rakennuksessa tai rakennuksen läheisyydessä tuotettua uusiutuvaa energiaa. Direktiivi sisältää useita määritelmältään ja taserajaltaan avoimia asioita, joita on pyritty selventämään FInZEB-hankkeessa. Sen avulla on tuotettu pohjatietoa lähes nollaenergiarakentamista käsittelevälle säädösvalmisteluille, sekä annettu ehdotus lähes nollaenergiarakentamisen ja rakennuksen läheisyydessä tuotetun energian määritelmälle. Taserajojen määritelmät ovat olennaisessa osassa rakennusten energiatehokkuutta arvioitaessa.

Käytännössä lähes nollaenergiarakentamisen taso määräytyy rakennuksen E-luvun perusteella, jolla voidaan arvioida rakennuksen energiatehokkuutta. Rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012, 6) mukaan E-luku eli rakennuksen kokonaisenergiankulutus (kWh/m^2) kuvaa rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta lämmitettyä rakennuksen nettoalaa kohden. Sen säännöt ja lähtöarvot on esitetty kyseisessä kokoelmassa. Ostoenergia on puolestaan energiaa, joka hankitaan rakennukseen sähkö-, kaukolämpö- tai kaukojäähdytysverkosta ja uusiutuvien tai fossiilisten polttoaineiden sisältämän energian kautta. Tähän kuuluvat lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien energiankulutus sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Uusiutuva omavaraisenergia tulee kuitenkin vähentää ostoenergiasta. Tähän kuuluvat erilaiset uusiutuvat lähienergiamuodot, kuten aurinkolämpö- ja sähkö, tuulienergia sekä lämpöpumput.

Lähellä tuotetuksi uusiutuvaksi energiaksi FInZEB-hankkeessa on ehdotettu, että energian tuotantojärjestelmän tulee olla rakennukseen liittyvä tekninen ominaisuus ja kiinteistön osa. Tällä halutaan välttää mahdollisten sopimusteknisten järjestelyiden tekeminen, jolloin tuotanto ei vaihdu sopimuksen ja käyttäjien mukaan. Tällöin lähellä tuotettu uusiutuva energia voidaan ottaa huomioon ostoenergiaa vähentävänä osana, mikäli tuotanto on kytketty energiamittarin ”sisäpuolelle”, jolloin kyseinen energiamäärä on erikseen mitattavissa rakennuksesta. Tämän määritelmän mukaan lähellä tuotettu uusiutuva energia ei tällöin menisi energiaverkon kautta. (Reinikainen et al. 2015, 31.) Uusiutuvan lähienergian taserajoja sekä osto- ja lähienergian energiavirtoja on havainnollistettu kuvassa 13.



Kuva 13. Lähes nollaenergiarakennuksen energiavirrat ja taserajat. (Reinikainen et al. 2015, 31)

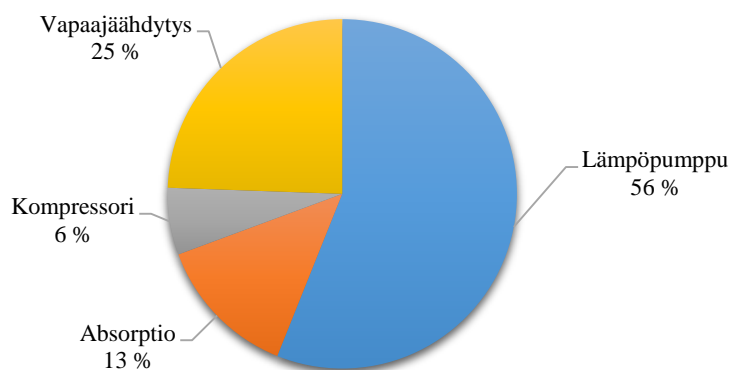
Lähellä tuotetun energian lisäksi E-luvussa tulisi ottaa myös huomioon rakennuksessa tuotetun energian ulosmyynti. Tämä vaatii kuitenkin rajoitusten asettamista kuukausimyyntille, millä pyritään pitämään huolta energian myynnin markkinalähtöisyydestä sekä estämään rakennuksen huonon energiatehokkuuden kompensointia ylisuurella lähienergian tuotannolla. Tällöin ulosmyytyä energiaa voitaisiin rajata esimerkiksi rakennuksen kuukausittaista kulutusta vastaavaksi. Kuukausitaseesta huolimatta tuotanto tulisi kuitenkin laskea tuntitasolla, jolloin tuotannon ja kulutuksen aikainen mahdollinen eriaikaisuus voidaan huomioida. (Reinikainen et al. 2015, 32.) Useimpiin nollaenergiarakentamista ja uusiutuvaa lähienergiantuotantoa koskeviin määritelmiin ja taserajoihin saadaan tarkka selvitys uudessa rakentamismääräyskokoelmassa, joka tulee voimaan vuoteen 2018 mennessä (Ympäristöministeriö 2012).

3. KAUKOJÄÄHDYTYS

Kaukojäähdytystä tuotetaan keskitetyissä tuotantolaitoksissa kaukolämmön tapaan, ja jäähdytettyä vettä jaetaan omaa jakeluputkistoaan pitkin rakennuksille. Sähkökäyttöisiin kiinteistökohtaisiin jäähdytysjärjestelmiin verrattuna jäähdytyksen keskittämällä saadaan isompia yksikkökokoja, jolloin jäähdytystä voidaan tuottaa kustannustehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. Lisäksi kaukojäähdytys on hinnaltaan kilpailukykyinen sekä luotettava jäähdytysenergian lähde. Kaukojäähdytyksen toimintaperiaate on sama kuin kaukolämmityksen, mutta lämmityksen sijaan asiakkailta siirretään ylimääräinen lämpö kaukojäähdytysveteen. Asiakkaan lämmönsiirtimessä lämmennyt vesi siirretään kaukojäähdytysputkistoa pitkin takaisin jäähdytyslaitokselle paluuputkea pitkin, jossa se jäähdytetään uudelleen. Jäähdytysveden jakelulämpötila on tyypillisesti 7–10 °C, ja vesi lämpimää kulutuskohteessa 5–9 °C. (Energiateollisuus ry 2006, 529–530.) Esimerkiksi Turun alueen kaukojäähdytysveden jakelulämpötila on 7 °C ja paluuveden 17 °C.

Kaukojäähdytysenergiaa voidaan tuottaa luonnon energiavaroja hyödyntämällä eli vapaalla jäähdytyksellä, absorptiojäähdytyksellä, kompressoreilla tai lämpöpumpuilla (Reinikainen 2014, 24). Energiateollisuus ry:n (2015c) tilastojen mukaan keskitetystä jäähdytysenergian tuotannosta yli puolet tuotettiin lämpöpumpuilla, joiden jäähdytysenergian tuotanto vuonna 2014 oli noin 107 GWh (kts. kuva 14). Lämpöpumpuilla jäähdytysenergiaa tuotetaan Fortum Power and Heat Oy:n Tapiolan ja Kivenlahden lämpöpumppulaitoksissa, Helen Oy:n Katri Valan lämpöpumppulaitoksessa sekä Turku Energia Oy:n Kakolan lämpöpumppulaitoksessa.

**Jäähdytysenergian tuotanto vuonna 2014,
yhteensä 191 GWh**



Kuva 14. Energialaitosten jäähdytysenergian tuotanto Suomessa vuonna 2014 tuotantomuodoittain (Energiateollisuus ry 2015c.)

3.1. Jäähdytysenergian tuotanto

Kaukojäähdytyksessä lämpöpumppujen lämmönlähteenä hyödynnetään usein jätevettä tai vesistöä, kuten merivettä. Lämpöpumpun kolme pääkomponenttia ovat höyrystin, lauhdutin ja kompressor. Lisäksi joko ennen höyrystintä tai lauhduttimen jälkeen prosessissa voi olla nestevaraaja, esimerkiksi allasvaraaja, jolla tasataan energian tarpeen vaihteluja ja tasoitetaan kompressorin käyntiä. Investoinnin kannattavuutta saadaan lisättyä, mikäli lämpöpumppuprosessiin yhdistetään sekä kaukolämpö että -jäähdytys. Kaukojäähdytyksen paluvedestä poistettu lämpöenergia voidaan myös siirtää kaukolämpöverkon paluuveden esilämmittämiseen.

Vapaassa jäähdytyksessä hyödynnetään luonnon omia energiavarastoja, kuten ulkoilmaa tai meri-, järvi tai jokivettä. Nämä energiavarastot voivat tuottaa suurimman osan tarvittavasta jäähdytysenergiasta sekä merkittävän osan jäähdytystehosta. (Energiateollisuus ry 2006, 531.) Vapaa jäähdytyksessä jäähdytetään kiertonestettä joko viileällä ulkoilmalla tai pumppaamalla kiertoneste maaperästä tai vesistöistä. Viileää ulkoilmaa voidaan myös tuoda suoraan rakennukseen. Jäähdytystä tehostetaan usein varaamalla jäähdytysenergiaa varaajaan tai rakennuksen rakenteisiin. (Ympäristöministeriö 2011, 14.)

Absorptiojäähdytyksessä hyödynnetään usein teollisuuden hukkalämpöä tai CHP-laitoksissa kesäaikana tuotettua lämpöä, jota ei voida matalan kulutuksen aikana myydä kaukolämpönä (Reinikainen 2014, 24). Absorptiojäähdytys perustuu liuenneen aineen tai kylmäaineen ominaisuuksiin ja tämän aineparin käyttäytymiseen liuksena. Tietyissä lämpötilassa ja paineessa vallitsee tapapainotila kaasun ja nesteeseen absorboituneen kaasun välillä, jolloin lämpötilaa tai painetta muutettaessa tasapaino muuttuu ja kaasua vapautuu tai sitoutuu. (Energiateollisuus ry 2006, 534.) Absorptiojäähdytystekniikkaa voidaan soveltaa myös aurinkokeräimissä.

Kompressorijäähdytyksellä kylmäteho siirretään jäähdyttämällä tuloilmaa tai jäähdyttämällä ensin vettä, jolla voidaan edelleen jäähdyttää tuloilmaa. Kompressorit ovat yleensä sähkötoimisia. Kompressorilaitoksessa on yleensä kompressorilaitteiden lisäksi lauhdutusosan ilmankiertoa tehostavia puhaltimia ja nestepiireissä kiertopumppuja. (Ympäristöministeriö 2011, 11.) Kompressorilaitteiden höyrystin saa lämpönsä jäähdytettävästä kohteesta. Kompressorin nostaa höyryn painetta, jolloin höyry lauhtuu luovuttaen lämpöä lauhduttimen väliaineeseen, joka on tyypillisesti jokin halogenoitu

hiilivety. Nesteen painetta lasketaan venttiilissä, minkä jälkeen neste virtaa uudelleen höyrystimeen. (Energiateollisuus ry 2006, 531.)

Jäähdytyksen eri tuotantotapoja voidaan yhdistellä paikallisten olosuhteiden mukaan siten, että hetkellisesti tuotettu energia tuotetaan aina edullisimmalla tavalla. Kaukojäähdytys vaatii kuitenkin lähes aina varastointimahdollisuuden, jolla parannetaan toiminnan kannattavuutta sekä varautumista kysynnän vaihteluihin. Tällä hetkellä kaukojäähdytys on yleistynyt vain suurimmissa kaupungeissa, mutta sitä voitaisiin tuoda myös pienemmille alueille tai toteuttaa paikallisia jäähdytysratkaisuja.

3.2. Rakennusten jäähdytys

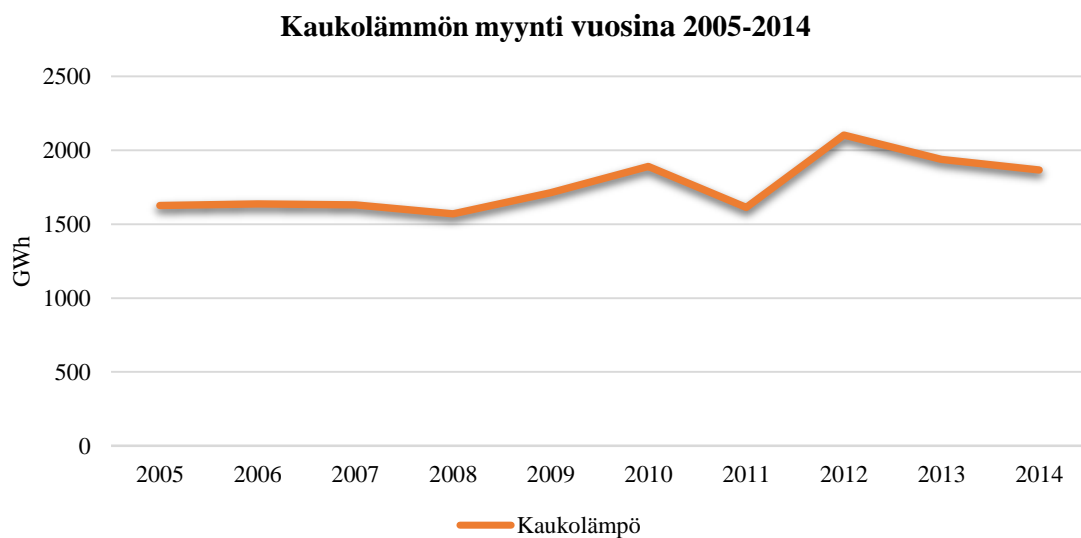
Rakennusten jäähdytystarve tulee kasvamaan tulevaisuudessa ilmaston lämpenemisen myötä. On arvioitu, että rakennusten jäähdytystarve kasvaa 35 % vuoteen 2050 mennessä (Reinikainen 2014, 24). Lisääntyneeseen kysyntään vaikuttaa rakennuskannan kasvaminen, josta erityisesti palvelurakennusten määrän kasvaminen. Energiateollisuus ry (2010, 18) on arvioinut kaukojäähdytyksen kysynnän olevan noin 1,4 TWh vuonna 2050, joka on yli 7-kertainen verrattuna vuoden 2014 kaukojäähdytyksen tuotantoon. Kaukojäähdytystä voidaan jakaa ainoastaan kohtalaisen tiheällä asuinalueella, mikä rajoittaa tällöin kaukojäähdytyksen kysyntää. Se on kuitenkin energiatehokkain tapa tuottaa jäähdytysenergiaa kiinteistöihin, sillä kaukojäähdytyksen lämpökerroin on noin 5–10 -kertainen verrattuna paikalliseen jäähdytykseen (Energiateollisuus ry 2010, 41). Lisääntynyt jäähdytystarve tulee myös näkymään sähkön kysynnässä, sillä useat hajautetut jäähdytysjärjestelmät vaativat sähköä jäähdytyksen tuottamiseen.

Rakentamismääräyskokoelma D3:n mukaan (2012, 9) rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti: kesäajalla asuinrakennusten jäähdytysraja on 27 °C ja muiden rakennusten kuten toimisto- ja liikerakennusten 25 °C, joka ei saa ylittyä yli 150 astetuntia vuorokaudessa. Tällöin jäähdytysjärjestelmä voi olla tarpeen myös asuinrakennuksissa, joissa ei tyypillisesti ole jäähdytystä. SunZEB-raportin (Shemeikka et al. 2015, 41) mukaan ilman jäähdytystä toteutettujen tutkimuskonseptin mukaisten asuntojen sisälämpötila nousi lähelle 30 °C ja astetuntimäärä ylittyi reilusti. Myös FInZEB-raportissa (Reinikainen et al. 2015, 36) arvioitiin, että ilmaston lämpeneminen nykyisten ennusteiden mukaan tulee lisäämään merkittävästi koneellisen jäähdytyksen tarvetta rakennuksissa. Rakennusten yllämpenemistä tulee kuitenkin

ensisijaisesti estää käyttämällä rakenteellisia ja muita passiivisia keinoja sekä yöllä tehostettua ilmanvaihtoa, mutta jäähdytyksen tarve tulee tästä huolimatta kasvamaan uusissa rakennuksissa.

4. TURUN SEUDUN KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄ

Turun seudun asukkaista noin 200 000 asuu kaukolämmitetyssä talossa, ja kaukolämmitys onkin Turun seudun yleisin lämmitysmuoto. Turku Energian kaukolämmön asiakkaita ovat Turun lisäksi myös Kaarinan, Naantalın ja Raision kaukolämmitetyt kiinteistöt. Turun seudun kaukolämpö on pääosin tuotettu Naantalın voimalaitoksessa. Vuonna 2014 Turku Energian kaukolämmön myynti oli 1867 GWh. Myynnin kehitys vuosien 2005–2014 välisenä aikana on esitetty kuvassa 15. Kaukolämmön lisäksi Turku Energia tuottaa kaukojäähdytystä sekä höyryä.



Kuva 15. Turku Energian kaukolämmön myynti vuosien 2005–2014 välisenä aikana. (Turku Energia vuosikertomukset 2005–2014.)

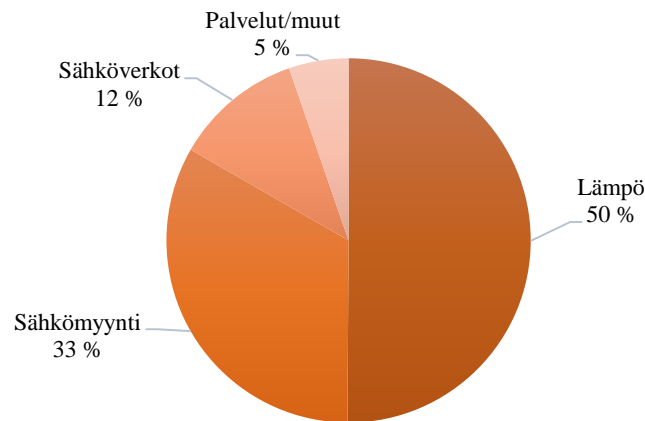
Yli 90 % Turku Energian ostamasta kaukolämmöstä on ostettu osakkuusyhtiöiltään Turun Seudun Energiantuotanto (TSE) Oy:ltä. Turun Seudun Kaukolämpö (TSK) Oy on puolestaan Turku Energian tytäryhtiö, joka toimii seudullisena kaukolämmön siirtoyhtiönä. Kaukolämmön kehityspisteinä ovat tällä hetkellä lämmön yhteis- ja erillistuotanto, joiden uusiutuvan energia osuutta pyritään kasvattamaan. Vuonna 2014 uusiutuvien tai päästökauppavapaiden energialähteiden osuus kaukolämmöstä oli 25 %.

4.1 Turku Energia lyhyesti

Turku Energia on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä. Sen liiketoimintaan kuuluvat sähkön ja lämmön hankkiminen, siirtäminen, jakelu ja myyminen sekä energian tuotantolaitosten ja energiaverkkojen kehittäminen, rakentaminen ja ylläpitäminen. Liikevaihto vuonna 2014 oli 254 miljoonaa euroa, joka jakautui liiketoiminta-alueisen

kesken kuvan 16 mukaisesti. Liikevoitto oli 23 miljoonaa euroa vuonna 2014. Turku Energian konserniin kuuluvia liiketoiminta-alueita ovat lämpö, sähkömyynti, sähköverkot sekä asiakas- ja urakointipalvelut. Konsernin emoyhtiönä toimii Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab, jonka omistaa Turun kaupunki. Asiakaskunta koostuu kotitalouksista, yrityksistä sekä julkisista yhteisöistä. (Turku Energia 2015a, 9–10.)

Konsernin liikevaihdon jakauma vuonna 2014

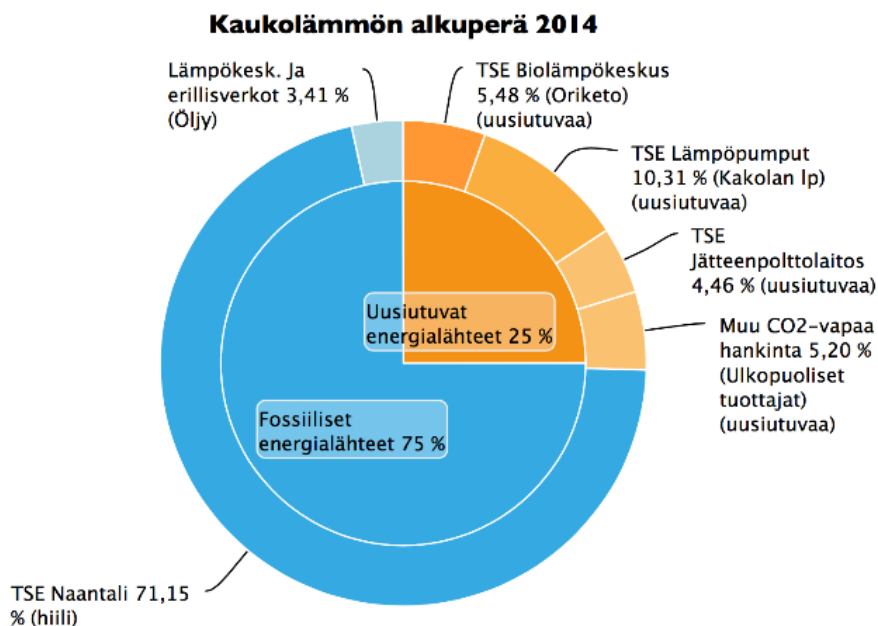


Kuva 16. Turku Energian konsernin liikevaihdon jakauma vuonna 2014, yhteensä 254 miljoonaa euroa. (Turku Energia 2015a, 10.)

Turku Energian tavoitteena on olla vuonna 2020 yksi Suomen parhaista energiayhtiöistä asiakkaiden, henkilöstön ja omistajan näkökulmasta. Tämä tarkoittaa muun muassa asiakaslähtöisiä palveluratkaisuja, ympäristöystävällisesti tuotettua energiaa, laadukasta energianjakelua sekä asiantuntevaa ja kehitysmuonteista työyhteisöä. (Turku Energia 2015a, 20.) Tavoitteiden asettaminen on osa vastuullista energiantuotantoa sekä vastaamista energia-alan muuttuvaan toimintaympäristöön. Turku energian strategiset tavoitteet ja päämäärät on esitelty Strategia 2015–2020 -kappaleessa.

4.2 Energian tuotanto ja alkuperä

Turun Seudun Energiantuotanto (TSE) Oy omistaa suurimman osan tuotantolaitoksista, joista Turku Energia hankkii tarvitsemansa kaukolämpöenergian. TSE Oy:n omistajia ovat Fortum Power and Heat (49,5 %), Turku Energia (39,5 %) sekä Raision (5,0 %), Kaarinan (3,0 %) ja Naantalin (3,0 %) kaupungit. Kaukolämmön alkuperä vuonna 2014 ja TSE:n omistamat tuotantolaitokset on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Turku Energian myymän kaukolämmön alkuperä vuonna 2014. (Turku Energia 2015a, 47.)

Yli 70 % Turun kaukolämmöstä tuotetaan Naantalin voimalaitoksessa, joka tuottaa kaukolämmön lisäksi myös sähköä ja höyryä. Laitoksessa on kolme kivihiihikattilaa (NA1, NA2 ja NA3), joista jokaisen polttoaineteho on 315 MW. Kattilat ovat kivihiihien pölypolttoon tarkoitettuja läpivirtauskattiloita, jotka ovat valmistuneet vuosina 1960, 1964 ja 1972. Turun alueen kaukolämmön lisäksi voimalaitoksessa tuotetaan prosessihöyryä lähiseudun suurten teollisuuslaitosten käyttöön sekä sähköä valtakunnalliseen verkkoon. Voimalaitoksen toimiessa yhteistuotannossa on tuotettu enimmäissähköteho 256 MW, kaukolämpöteho 350 MW ja prosessihöyryteho 80 MW.

Voimalaitoksella on lisäksi neljä varakattilaa, joista kaksi on sähköhöyrykattiloita kaukolämmön käyttöön ja kaksi sähkövesikattilaa prosessihöyryn tuotantoon. Kaukolämpöjärjestelmää varten Turku Energialla on laitoksella myös varauskapasiteetiltaan 690 MWh oleva lämpöakku, jonka suurin lataus-/purkausteho on 80 MW. (Etelä-Suomen Aluehallintovirasto 2013, 9–10.) Voimalaitoksen toimiessa yhteistuotantolaitoksena kokonaishyötysuhde on vuosina 2004–2008 ollut 71–78 %.

Orikedon biolämpökeskus 40 MW:n kattilatehollaan yksi Suomen suurimmista biolämpökeskuksista, ja se tuottaa vuodessa 300 GWh lämpöenergiaa. Lämpökeskus on valmistunut vuonna 2001, ja se käyttää polttoaineenaan kuusivaltaisten metsäalueiden hakkuutähteitä sekä sahateollisuuden ja metsähoidon sivutuotteita, kuten purua, kuorta ja haketta. Biomassa poltetaan kuplivassa leijukerroskattilassa, jonka petimateriaalina on

hiekkä. Savukaasut johdetaan kattilasta lauhdutinlaitokselle, josta saadaan lämmöntalteenoton avulla kaukolämpötehoa 12 MW. Tällöin laitoksen kokonaiskaukolämpöteho on 52 MW. (Turku Energia 2008, 2-3.) Orikedolla sijaitsee myös jätteenpolttolaitos, joka lopetti toimintansa vuoden 2014 lopussa määräaikaisen ympäristöluvan umpeuduttua. Tästä johtuen kaukolämmön perustuotannosta poistui 100 GWh perustuotantoa. (Turku Energia 2015a, 2.)

Vuonna 2009 valmistunut Kakolan lämpöpumppulaitos tuottaa sekä kaukolämmitystä että -jäähdytystä turkulaisille kiinteistöille. Lämpöpumppulaitokseen toteutettiin laajennus, jossa laitokseen asennettiin toinen lämpöyksikkö. Lämmönlähteenä laitos käyttää Kakolan jätevedenpuhdistamossa käsiteltyä jätevetä, josta hyödynnetään jätelämpöenergiaa. Puhdistamossa käsitellään vuorokaudessa yli 100 000 m³ jätevetä, jonka keskilämpötila vaihtelee vuodenajan mukaan. Laitoksen lämpöteho on 19,5 MW, jolloin kaukolämmön vuosituotanto on 150 GWh. Laitoksen kylmäteho on puolestaan 13,0 MW. Laitoksen otto sähköteho on 6,5 MW, joka tuotetaan valtaosin hiilidioksidivapaasti. Kakolan lämpöpumppulaitos korvaa hiilen polttoa laskennallisesti 21 000 tonnia vuodessa. (Turku Energia 2009, 2-3.)

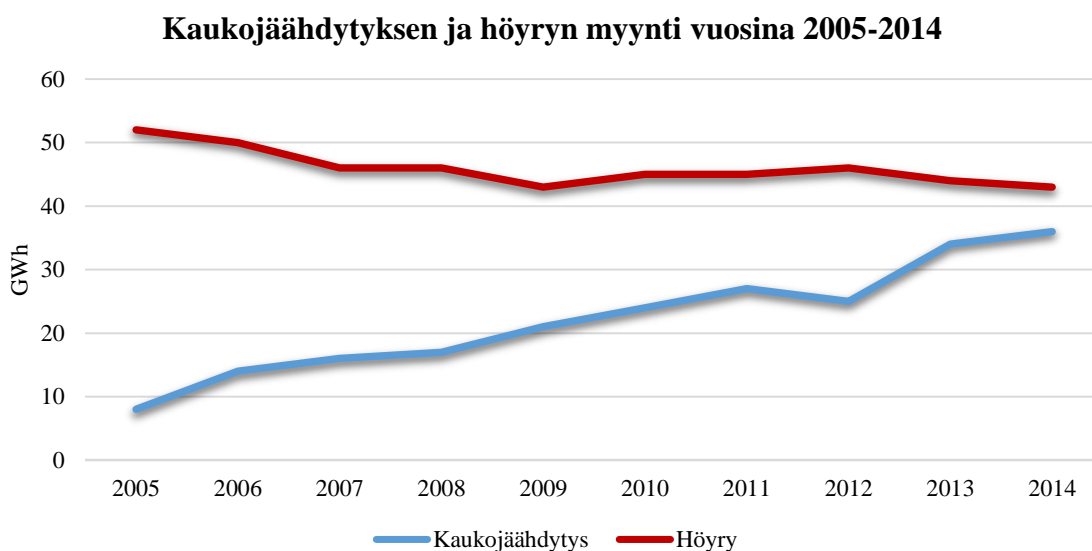
Turku Energialla on myös useita huippu- ja varalämpölaitoksia, jotka sijaitsevat eri puolilla kaupunkia. Lämpölaitokset ovat pääasiassa kevyt ja raskaspolttoöljykäyttöisiä kiinteitä kattilalaitoksia. Erillislaitosten yhteenlaskettu lämpöteho on Turussa (yhteensä 26 kappaletta) noin 595 MW ja Raision (11 kappaletta), Kaarinan (8 kappaletta) ja Naantalissa (7 kappaletta) alueilla noin 151 MW.

4.3 Kaukojäähdytys ja höyry

Kaukojäähdytyksen jakelu aloitettiin Turussa vuonna 2000 Biolaakson ja Kupittaa alueilla. Tästä kaukolämpöverkko on laajentunut läntisen keskustan, Yliopistonmäen ja Skanssin alueille. Valtaosa Turun alueen kaukojäähdytyksestä tuotetaan Kakolan lämpöpumppulaitoksessa, jonka kylmäteho on ilman akkua 13,5 MW. Lisäksi Turku Energialla on hajautetusti sijoitettuja kaukojäähdytysyksiköitä. Hajautettujen lämpöpumppu- ja kompressorisyksiköiden yhteenlaskettu teho on noin 15,9 MW. (Energiateollisuus ry 2015c). Vuonna 2014 Turku Energia myi kaukojäähdytystä 36 GWh (Turku Energia 2015a, 49).

Kaukojäähdytyksen kysyntä on ollut tasaisessa kasvussa viime vuosina, mikä voidaan havaita kuvasta 18. Kaukojäähdytyksen asiakkaina oli noin 70 kiinteistöä vuoden 2014 lopussa. Kaukojäähdytykset asiakkaita ovat toimistot ja liikehuoneistot sekä sairaalarakennukset. Kerrostalokiinteistöjen määrä on vähäinen. Kaukojäähdytysverkko laajenee Turun eteläpuoleisille alueille Wärtsilän tehdasalueen asuinrakennushankkeiden myötä. (Turku Energia 2014a.)

Höyrymyynti täydentää lämpöenergian kokonaispalvelua kaukolämmön ja -jäähdytyksen rinnalla. Vuonna 2014 höyryä myytiin 43 GWh (Turku Energia 2015a, 49). Kuvassa 18 on esitetty kaukojäähdytyksen ja höyryn myynnin kehitys vuosina 2005–2014.



Kuva 18. Turku Energian kaukojäähdytyksen ja höyryn myynti vuosina 2005–2014. (Turku Energian vuosikertomukset 2005–2014.)

4.4 Turun seudun kaukolämpöverkko

Turun Seudun Kaukolämpö Oy vastaa Turun alueen kaukolämmön siirrosta sekä verkon toiminnasta ja kunnossapidosta. Yhtiö on perustettu vuonna 1979 ja sen omistuksessa on Suomen ensimmäinen seutukunnallinen lämmönsiirtojärjestelmä. Turun Seudun Kaukolämpö Oy:n omistajia ovat Turku Energia Oy (60,35 %), Fortum Power and Heat Oy (30 %) sekä Raision (4,25 %), Kaarinan (3 %) ja Naantalın (2 %) kaupungit. (Turun Seudun Kaukolämpö Oy 2015.) TSK omistaa Naantalista Turkuun kulkevan kaukolämpötunnelin, jonka pituus on noin 15 km. Turku Energian kaukolämpöverkon pituus vuonna 2014 oli noin 563 km, ja siihen kuuluvat myös Naantalın voimalaitoksen ja kaasukellon kaukolämpöakut sekä Kakolan lämpöpumppulaitoksen kylmävesiakku.

Kaukolämpöverkkoon liittyneitä asiakkaita oli vuoden 2014 lopussa 4690, joista 2714 asiakasta on Turun alueella.

4.5 Strategia 2015–2020

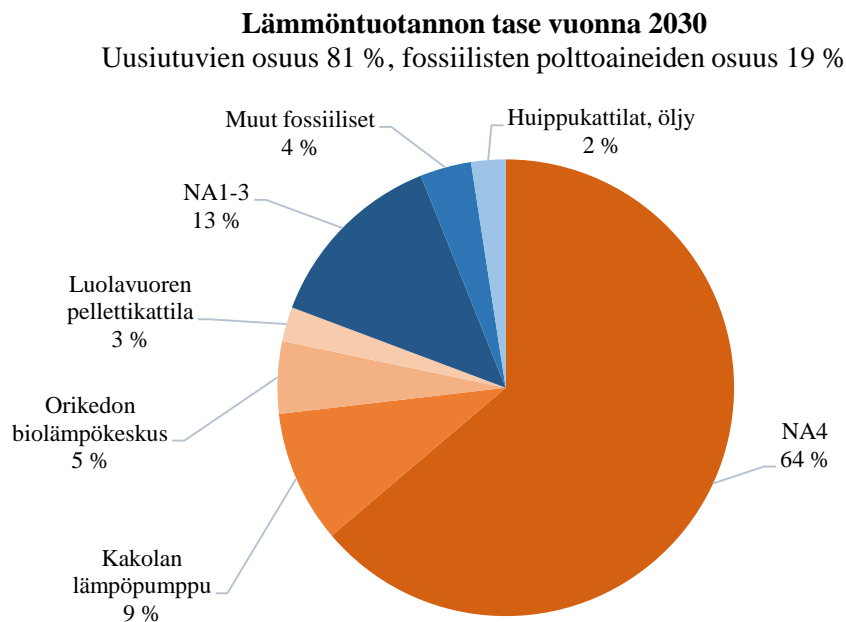
Turku Energian strategiset päämäärät liittyvät sekä asiakaslähtöisiin energiapalveluihin että vastuulliseen yritystoimintaan. Toimintojen ja palveluratkaisujen asiakaslähtöisyyttä kehitetään muun muassa asiakassegmentoinnilla ja asiakkaille lisäarvoa tuottavilla palveluilla, kuten ratkaisukeskeisillä myyntitoimenpiteillä sekä energiatehokkuuspalveluilla. Hybridiratkaisuja palvelevat tuotteet sekä sähkön että lämmön myynnissä tukevat energia-alan uusia vaatimuksia. Älykkäät energiaratkaisut, pientuotanto ja hybridimallit asettavat uusia vaatimuksia liiketoimintaan, mihin myös energiayhtiön on pystyttävä vastaamaan. Olennainen osa verkon toimintaa on korkea sähkön- ja lämmönjakelun laatu ja toimintavarmuus, jossa tulee huomioida energiantuotannon- ja kulutusympäristön muutokset. (Turku Energia 2015a, 21–22.)

Tulevaisuudessa päästöttömällä energialla on merkittävä kilpailuetu. Tähän on pyritty vastaamaan uusilla voimalaitosinvestoinneilla, joista suurin on Naantalın kivihiihilaitoksen korvaaminen uudella NA4 CHP-monipolttoainelaitoksella. Uusi voimalaitos tulee korvaamaan kivihiihen polttoa bioenergialla, jolloin energiantuotannon uusiutuva osuus Turun alueella tulee kasvamaan merkittävästi. Laitoksen polttoaineina voidaan käyttää biopolttoaineita, kivihiihiltä tai hyvänlaatuista kierrätysjätettä. Tavoitteena on suunnitella voimalaitos niin, että se pystyy käyttämään lähes yksinomaan biopolttoaineita polttoaineenaan. Valtaosa laitoksen polttamasta puuhakkeesta ja kuoresta hankitaan 100–150 km säteellä laitoksesta, ja osa bioenergiasta tuodaan merikuljetuksin. Investoinnilla varmistetaan Turun kaukolämmön saanti vuosikymmeniksi eteenpäin. Laitos tuottaa valmistuttuaan vuodessa noin 830 GWh sähköä, 1360 GWh lämpöä ja 300 GWh prosessihöyryä. Laitoksen sähköteho tulee olemaan 150 MW, lämpöteho 200 MW ja höyryteho 50 MW. (Bastman, 2014.) Voimalaitoksen rakennustyöt käynnistyivät kesällä 2015 ja käyttöönotto on syksyllä vuonna 2017.

Turku Energia investoi myös uuteen pellettilaitokseen, jolla korvataan kaukolämmön öljykäyttöisiä vara- ja huipputuotantolaitoksia. Laitos polttaa pellettejä pölypolttona ja se tulee olemaan valmistuessaan suurin kyseistä tekniikkaa edustava laitos. Sen käyttöönotto on vuoden 2015 lopussa. Laitoksen lämpöteho on 40 MW ja se tulee tuottamaan 20–50 GWh lämpöä riippuen talven ulkolämpötiloista. Laitos tulee vähentämään raskaan

polttoöljyn käyttöä 5 000 tonnilla, joka on noin puolet Turku Energian kaukolämmön tuotannossa käytetystä polttoöljystä.

Uusien voimalaitosten myötä Turku Energian lämmöntuotannon tase muuttuu merkittävästi kohti ympäristöystävällisempää lämpöenergiaa. Nykyinen uusiutuvien energialähteiden osuus kaukolämmön tuotannosta on noin 25 %. Vuonna 2030 arvioitu lämmöntuotannon tase on esitetty kuvassa 19. Yksinomaan Naantalin uuden voimalaitoksen NA4 myötä uusiutuvan energian osuus koko Turun alueen kaukolämmöstä kasvaa yli 60 %:iin. Luolavuoren pellettikattilan valmistumisen sekä Orikedon ja Kakolan laitokset huomioon ottaen uusiutuvan energian kokonaisuus on 81 % vuonna 2030. Fossiilisia polttoaineita käyttävät Naantalin vanhat kattilat NA1-3 sekä vara- ja huipputuotantolaitokset. Muihin fossiilisiin kuuluvat NA4-kattilan ja Orikedon biolämpökeskuksen fossiilisten polttoaineiden osuudet, joiden on arvioitu olevan 5 % laitosta kohti.



Kuva 19. Turun alueen arvioitu lämmöntuotannon tase tuotantolaitoksittain vuonna 2030. Arvioinnissa on oletettu NA4-laitoksen biopolttoaineiden osuudeksi 95 %.

Kolmas investointikohde on Skanssin uuden asuinalueen kaukolämpöjärjestelmä, jossa kaukolämpöverkko tulee olemaan matalalämpötilainen. Alueella on tarkoituksena pilotoida avointa ja kaksisuuntaista lämpökauppaa Skanssin asukkaiden kanssa. Uusi kaukolämpökonsepti mahdollistaa paikallisen uusiutuvan energian pientuotannon sekä luo

erilaisia mahdollisuuksia kehittää kaukolämpöjärjestelmän energiatehokkuutta. Skanssin hanke käsitellään tarkemmin kappaleessa 7.

Nämä kolme edellä mainittua investointihanketta ovat osa Turku Energian ilmastoystävällistä energiapakettia. Hankkeet edistävät yrityksen tavoitetta nostaa sähkön ja lämmön tuotannon uusiutuvan energian osuus 50 %:iin vuonna 2020. Energiateollisuus ry:n Kestävän kehityksen foorumi myönsi Vuoden Ilmastoteko 2015 -palkinnon edellä mainitulle energiapaketille. Kaiken kaikkiaan uusiutuvan energian osuuden nostaminen on yrityksessä katsottu tärkeäksi osa-alueeksi energia-alan muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Hankkeilla pyritään myös tekemään Turusta yksi CO₂-päästöiltään Suomen alhaisimpia suuria kaupunkeja (Turku Energia 2015a, 21).

5. KAUKOLÄMMÖN HINNOITTELU JA KUSTANNUSRAKENNE

Suomen kaukolämpöliiketoiminta poikkeaa tyypillisestä Eurooppalaisesta lämmitysmarkkinamallista: kaukolämmöllä on keskeinen merkitys Suomen suurimmissa kaupungeissa ja pohjoinen ilmasto asettaa konkreettiset tarpeet luotettavalle ja tehokkaalle lämmitysmuodolle. Noin 2,6 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämmitetyssä kiinteistössä, ja alan liikevaihto on noin 1,5 miljardia euroa vuodessa. (Ahonen 2011, 186.) Tällä hetkellä kaukolämpöyritysten hinnoittelu ja liiketoiminta perustuvat pääasiassa asiakkaiden korkeaan lämmönkulutukseen. Tulevaisuudessa lämmön kulutuksen kuitenkin odotetaan kääntyvän laskuun energiatehokkaamman rakennuskannan sekä asiakkaiden paremman energiatietämyksen myötä. Lisäksi ilmaston lämpeneminen tulee vaikuttamaan lämmönkulutukseen. (Sarvaranta et al. 2012, 1.)

Kaukolämpöyrityksen asiakkaana on taloyhtiö tai muu kiinteistön omistaja. Lämpöenergian kulutus mitataan asiakaskohtaisesti, jolloin lämmityskustannukset jaetaan taloyhtiön asukkaiden kesken perustuen usein asuinpinta-alaan. (Energiateollisuus ry 2006, 471.) Kaukolämpömarkkinat ovat paikallisia, ja tästä syystä puhutaankin usein yhden tuottajan markkinoista, sillä kaukolämpöyhtiö on kilpailullisesti määräävässä markkina-asemassa. Ulkopuolisilla osapuolilla on kuitenkin mahdollisuus hyödyntää lämpöverkkoa lämmön jakeluun ja myyntiin erillissopimuksen kautta, ja kaukolämpöyhtiöt ostavatkin esimerkiksi teollisuuden ylijäämälämpöjä (Sarvaranta et al. 2012, 7).

Kaukolämpöalalla on tiettyjä luonnollisen monopolin piirteitä. Asiakkaalla on kuitenkin mahdollisuus valita eri lämmitysmuotojen välillä, joten asemaa ei voida verrata esimerkiksi sähköverkkoliiketoimintaan. Maalämpö-, sähkö- ja öljylämmitys kilpailevat kaukolämmön kanssa niillä alueilla, joilla kaikki lämmitysmuodot ovat saatavilla. Kilpailu- ja kuluttajavirasto valvoo yleisviranomaisena kilpailurajoituslain perusteella lämmitysmarkkinoita sekä kaukolämpöliiketoimintaa. Kaukolämpötoiminnan viranomaisvalvontaan ei ole kuitenkaan erillistä lainsäädäntöä, vaan hinnoittelua valvotaan kilpailurajoituslain 6 §:n perusteella. (Ahonen 2011, 186.) Lisäksi Energiateollisuus ry on tutkinut määräävän markkina-aseman käyttöä sekä kaukolämpöyhtiöiden oikeudenmukaista toimintaa.

Kaukolämmön hinta määräytyy eri osatekijöistä, joiden kokonaisuudella kaukolämpöyhtiö turvaa kannattavan ja kilpailukykyisen toiminnan (Energiateollisuus ry 2006, 471). Kaukolämmön hintatasoon vaikuttavat monet paikalliset tekijät, kuten

kaukolämpöjärjestelmän koko ja lämpölaitosten ominaisuudet, kuten käytetyt polttoaineet, laitosten ikä, laitoksen hoito ja omistajan tuotto-odotukset. Eri paikkakuntien kaukolämpöhintoja ei voida vertailla suoraan, sillä vertailussa on otettava huomioon paikallinen energiantuotantorakenne sekä yrityskohtaiset eroavaisuudet esimerkiksi sopimustehossa. (Sarvaranta et al. 2012, 8.) Kaukolämmön hinnoittelujärjestelmä koostuu kolmesta eri maksusta, joita ovat liittymismaksu, perusmaksu ja energiamaksu. Osa kaukolämpöyrityksistä voi myös hinnoitella kaukolämmön energiamaksulla ja kiinteällä vesivirtamaksulla. Kaukolämmön verollinen keskihinta Suomessa vuonna 2013 oli 68,5 €/MWh (Motiva 2015).

Seuraavissa kappaleissa on esitelty kaukolämmön eri kustannuskomponentit: liittymismaksu, perusmaksu ja energiamaksu. Hinnoitteluesimerkkeinä on käytetty Turku Energian hinnoittelua vuodelle 2015, alkaen 1.2.2015.

5.1. Liittymismaksu

Liittyessään kaukolämpöverkkoon, asiakas maksaa liittymismaksun sekä erillisen johtomaksun, mikäli liittymisjohdin pituus ylittää liittymismaksuun liittyvän osuuden. Liittymismaksu määräytyy sopimustehon [kW] perusteella, jolla tarkoitetaan asiakkaan käyttöön suunnitelmassa varattua suurinta tuntista tehoa. Sopimusteho koostuu lämmitystehosta, ilmanvaihtotehosta, käyttöveden tuntisesta lämmitystehosta sekä käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden tehosta. (Turku Energia 2015b.) Maksu laskee portaittain eri kokoluokan asiakkaille siten, että uusilla asuinalueilla saavutetaan riittävä liittymistiheys ja siten, etteivät liittymismaksujen taso muutu merkittävästi pitkällä aikavälillä (Energiateollisuus ry 2006, 470). Liittymismaksu voi olla arvonlisäveroton maksu riippuen kaukolämpöyhtiöstä. Taulukossa 3 on esitelty Turku Energian liittymismaksun määrän laskeminen tehon perusteella eri tariffiryhmille.

Taulukko 3. Turku Energian kaukolämmön liittymismaksun määrä laskettuna tehon perusteella. Hinnat alkaen 1.2.2015. Kerroin n on tarkistuskauden alussa tiedossa oleva Tilastokeskuksen laskeman tuottajahintaindeksin suhde lähtötasoon. 1.2.2015 alkaen $n=0,99$. (Turku Energia 2015b.)

Tariffiryhmä	Liittymisteho P [kW]	Liittymismaksu [€]
1	< 15	$n * 3500$
2	15...165	$n * (P * 80 + 2570)$
3	165...815	$n * (P * 47 + 8015)$
4	815...1630	$n * (P * 32 + 20240)$
5	>1630	$n * (P * 22 + 36540)$

Mikäli liittymisjohto ylittää 20 metriä, liittymismaksun lisäksi peritään arvonlisäverollinen johtomaksu ylimenevältä johto-osuudelta tonttialueella ja 2 metriä rakennuksessa mitattuna tontin rajalta mittauskeskuksen pääsulkuventtiileille. Johtomaksu lasketaan yhtälöllä 4 ja liittymistehon mukaan määräytyvät johtomaksut taulukossa 4. Erillisellä johtomaksulla katetaan mahdollisia ylimääräisiä kustannuksia, joita aiheutuu matalan liittymistiheyden alueilla tai epäedullisen sijainnin vuoksi.

$$\text{Johtomaksu} = a * n * s * j \quad (4)$$

jossa	<i>a</i>	arvonlisävero	[-]
	<i>n</i>	tuottajahintaindeksin suhde lähtötasoon	[-]
	<i>s</i>	kiinteistön 20 metriä ylittävä johto-osuus tonttialueella ja 2 metriä rakennuksessa	[m]
	<i>j</i>	johtomaksu, jonka lähtöarvona käytetään erillisen hinnoitteluryhmän johtokoon keskimääräistä rakentamiskustannusta	[€/m]

Taulukko 4. Turku Energian vuoden 2015 johtomaksut maassa ja rakennuksessa 2 m ylittävältä osalta. Hinnat alkaen 1.2.2015. (Turku Energia 2015b)

Liittymisteho [kW]	Johtomaksu maassa [€/m], alv. 0 %	Johtomaksu rakennuksessa 2 m ylittävältä osalta [€/m], alv. 0 %
< 15	100,00	50,00
15...165	100,00	50,00
165...815	140,00	70,00
815...1630	160,00	80,00
>1630	180,00	90,00

Liittymis- ja johtomaksu kattaa liittymäjohtoon rakentamiskustannukset ja mittauskeskuksen kiinteistön lämmönjakohuoneeseen. Ne eivät kuitenkaan sisällä esimerkiksi maanrakennuksen pintatöitä. (Turku Energia 2015b.)

5.2. Perusmaksu

Perusmaksu määräytyy asiakkaan sopimustehon [kW] tai -vesivirran [m³/h] perusteella. Perusmaksu tulisi vastata pääosin lämmönhankinnan kiinteitä kustannuksia. Lisäksi perusmaksun ylimäärällä katetaan liittymis- ja energiamaksuilla kattamatta jäävät

kustannukset. (Energiateollisuus ry 2006, 470.) Turku Energian perusmaksu määräytyy sopimustehon mukaan ja sen määrän laskeminen on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Turku Energian vuoden 2015 perusmaksun määrä. Kerroin a on arvonlisävero ja kerroin n on Tilastokeskuksen tuottajahintaindeksiin suhde lähtötasoon. 1.2.2015 alkaen $n=0,99$. (Turku Energia 2015c)

Tariffiryhmä	Liittymisteho P [kW]	Liittymismaksu [€/a]
1	< 15	$a * n * 3500$
2	15...65	$a * n * (P * 27)$
3	65...165	$a * n * (P * 24 + 195)$
4	165...650	$a * n * (P * 12 + 2175)$
5	>650	$a * n * (P * 6 + 6075)$

5.3. Energiamaksu

Kuluttamastaan energiasta asiakas maksaa energiamaksua [€/MWh]. Energiamaksu vastaa suuruudeltaan lämmön hankinnan muuttuvia kustannuksia, joihin kuuluvat myös pumppauskustannukset. Energiamaksu määräytyy kaukolämpöyrityksen lämmön hankintarakenteen mukaan, ja sen suuruuteen vaikuttavat myös päästökauppa ja verot. Energiamaksun osuus kaukolämmön hinnasta on noin 70–80 % (Sarvaranta et al. 2012, 11). Suomessa on tähän asti käytetty vain yhtä energiamaksua kaikille vuodenajoille, mistä syystä hinnassa pyritään huomioimaan myös lämmityskauden huippu- ja varalaitosten käyttö. Energiamaksussa on kuitenkin mahdollisuus huomioida lämmityskauden vaihtelut kehittämällä sitä kohti kausihinnoittelua, jota myös osa kaukolämpöyhtiöstä on jo toteuttanut.

Energiamaksu lasketaan käytetyn lämpöenergian mukaan, ja siinä otetaan huomioon myös arvonlisävero, päästökaupan osuus sekä polttoaineverot. Turku Energian nykyinen energiamaksu E lasketaan yhtälön 5 mukaisesti.

$$E = a * [E_0 * (n * A + h * B) + P_v + P_o] \quad (5)$$

jossa	a	arvonlisävero	[-]
	E_0	energiamaksun lähtötaso, 1.2.2015 alkaen 44,50 €/MWh	[€/MWh]
	A	kiinteiden kustannusten kerroin 0,45	[-]
	B	polttoainekustannusten kerroin 0,55	[-]

h	hiilen, metsähakkeen, öljyn ja sähkö hintaindeksit 1.8.2012 alkaen, kokonaiskerroin 1,01	[-]
P_v	todelliset polttoaineverot vaikutustensa mukaisesti 1.1.2015 alkaen 13,05 €/MWh	[€/MWh]
P_o	päästökaupan lisähinta, joka perustuu vuoden budjetoituun päästöoikeusvajeen kokonaismäärään, 1.2.2015 alkaen 1,41 €/MWh	[€/MWh]

5.4. Kaukolämmön hinnan kehitys

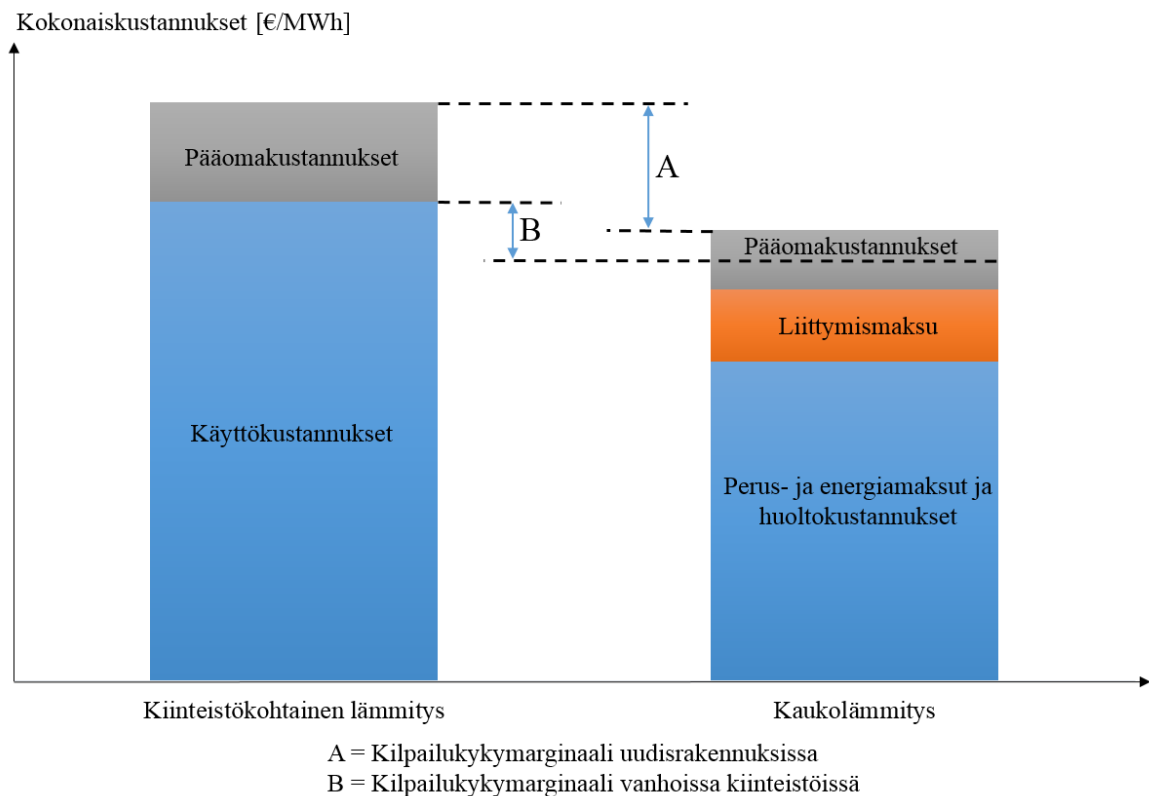
Kaukolämpö mielletään toimitusvarmaksi ja luotettavaksi lämmitysmuodoksi, ja nämä arvot ovat tärkeitä ylläpitää myös tulevaisuudessa. Lämmöntuotantotapojen kilpailun kannalta tärkeitä ominaisuuksia ovat myös säästöt energiakustannuksissa, matalat hankintakustannukset sekä helppo asennus. Ympäristölliset perustelut tulevat vasta edellä mainittujen argumenttien jälkeen. (Klobut et al. 2014, 67.) Kaukolämmön hinta on noussut tasaisesti 2000-luvulla. Tämä johtuu erityisesti veronkorotuksista ja polttoainehintojen noususta. Hinnankorotukset ovat pääasiassa kohdistuneet energiamaksuun. (Sarvaranta et al. 2012, 14.)

Asiakkaat arvostavat asiakaslähtöisiä palveluja, jotka ovat asiakkaan näkökulmasta toteutukseltaan ja ylläpidoltaan mahdollisimman yksikertaisia. Uusilla liiketoiminta- tai palvelumalli-ideoilla kaukolämpöyhtiöillä on mahdollisuus vastata muuttuvaan markkinatilanteeseen. (Klobut et al. 2014, 67.) Hinnoittelumallin muuttamisessa on kuitenkin otettava huomioon hyvän perustelun lisäksi uuden hinnan läpinäkyvyys sekä ennakoitavuus. Kaukolämmön hinnoittelun epäselvyys sekä kaukolämpöyhtiön ja asiakkaan välinen viestintä on koettu kaukolämpöliiketoiminnan ongelmiksi. Asiakkaat saattavat kokea, että kaukolämmön hinnoittelu ei ole läpinäkyvä tai hinnoittelu kohtelee eriarvoisesti asiakkaita. Erityisesti energiamaksukomponentin monimutkainen kaava kertoimineen vaikeuttaa hinnoittelun ymmärrettävyyttä. (Sarvaranta et al. 2012, 30.)

Kaukolämmön kilpaillessa uudisrakennuksen lämmöntuotantomuodosta, tulee kokonaiskustannusten jäädä vaihtoehtoisten lämmönhankintatapojen pääoma- ja käyttökustannuksia pienemmiksi. Kaukolämmön kokonaiskustannuksista suurin osa on perus- ja energiamaksuja sekä huoltokustannuksia. Lisäksi kokonaiskustannuksiin kuuluvat myös liittymismaksut sekä pääomakustannukset eli lämmönjakokeskuksen hankinta- ja

tilakustannukset. Tällöin uudisrakennuksissa voidaan vertailla kaukolämmön ja kiinteistökohtaisen lämmöntuotannon, kuten sähkö-, öljy- tai pellettilämmityksen kokonaiskustannuksia suoraan. (Energiateollisuus ry 2006, 471.) Kuvassa 20 on esitelty kiinteistökohtaisen lämmitysmuodon ja kaukolämmön kilpailukykmarginaalit.

Vanhoissa rakennuksissa kokonaiskustannuksia ei vertailla kaikkien komponenttien osalta, vaan huomioon otetaan vain käyttökustannukset. Kaukolämmön osalta kokonaiskustannuksiksi lasketaan tällöin liittymis-, perus- ja energiamaksut sekä huoltokustannukset ja pääomakustannukset ilman tilakustannuksia. Kuvassa 20 on oletettu tilakustannusten vastaavan noin puolta pääomakustannuksista. Vanhojen rakennusten osalta kaukolämmöllä on siis mahdollisuus kilpailla muiden lämmitysmuotojen kanssa vaikuttamalla esimerkiksi liittymismaksuun, jossa otetaan huomioon myös kiinteistön ikä. (Energiateollisuus ry 2006, 471.)



Kuva 20. Uudisrakennusten ja vanhojen kiinteistöjen kilpailukykmarginaalin vertailu kiinteistökohtaisessa lämmityksessä ja kaukolämmityksessä. (Soveltaen Energiateollisuus ry 2006, 472.)

Energiamaksun osuus kaukolämmön kokonaiskustannuksista on suuri, ja sen muutoksilla on mahdollisuus vaikuttaa myös lämmitysmuotojen keskinäiseen kilpailuun. Nykyisin energiamaksu on saman suuruinen läpi vuoden, jolloin asiakkaan on hankalampi

hahmottaa kaukolämpöyhtiön kustannusrakennetta. Tasahinnoittelulla myös kulutuksen ohjaus on puutteellista. Kaukolämpöyhtiön näkökulmasta kausihinnoittelu on kustannusvastaavampaa verrattuna tasahinnoitteluun, joten sitä käyttämällä pystytään paremmin ottamaan huomioon huipputehon käytöstä aiheutuvat kustannukset. (Sarvaranta et al. 2012, 15.) Kausihinnoittelulla voidaan kannustaa asiakasta kysyntäjouktoon, mikäli hinnoittelu saadaan asiakkaan näkökulmasta siihen kannattavaksi ja houkuttelevaksi.

Asiakkaan sopimustehon tulisi vastata rakennuksen todellista tehontarvetta, mutta mitoitusvirheiden tai energiatehokkuutta parantavien investointien myötä rakennuksen lämmitystehontarve voi olla ali- tai ylimitoitettu. Tarkastetut sopimustehot palvelevat siis sekä asiakasta että kaukolämmön myyjää. Nykyisin kaukolämmön kulutuksen mittaus tehdään tuntikohtaisesti. Tällöin pystytään ottamaan huomioon kiinteistön todellinen kulutus ja teho, ja kaukolämpöyhtiö saa yksityiskohtaisempaa tietoa asiakkaidensa kulutuskäyttäytymisestä. (Sarvaranta et al. 2012, 17.)

Kiinteistöjen hybridiratkaisut ja asunnon lämmitystarpeen kokonaiskysynnän aleneminen aiheuttavat ongelmia kaukolämmön hinnoittelulle. Asuntojen kulutushuiput saattavat pysyä samana huolimatta kaukolämmönrinnalle otetusta vaihtoehtoisesta lämmitysratkaisusta. Hybridiratkaisut toteutetaan usein erillissopimuksina, mutta yleistyessään näitä varten on kehitettävä myös oma hinnoittelumalli. Tarpeen mukaan sopimusta voidaan myös kehittää kohti kaksisuuntaista lämpökauppaa, mikäli kiinteistössä tuotetaan ylimäärälämpöä. (Sarvaranta et al. 2012, 24–25.)

5.5. Lämmönhankinnan kustannusrakenne

Kaukolämpöyhtiön kustannusrakenne koostuu pääomakustannuksista, kiinteistä käyttö- ja kunnossapitokustannuksista sekä muuttuvista kustannuksista. Suurin osa kustannuksista aiheutuu kaukolämpöverkon ja tuotantolaitosten käyttöomaisuusinvestointien pääomakustannuksista. Tuotot tulevat puolestaan myynnistä ja liittymismaksuista sekä mahdollisista päästöoikeuksien myynnistä ja muista tuotoista, kuten maksullisista palveluista. (Energiateollisuus ry 2006, 465–466.)

Kaukolämpöyhtiön kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat pääomakustannukset sekä kiinteät käyttö- ja kunnossapitokustannukset. Nämä aiheutuvat lämmöntuotantolaitoksista sekä energiansiirtoinfrastruktuurista. (Sarvaranta et al. 2012, 11.) Pääomakustannuksiin kuuluvat rakennukset ja rakennelmat, tuotannolliset koneet ja laitteet, kaukolämpöverkko,

maa-alueet, aineettomat hyödykkeet ja finanssisijoitukset. Suurimmat kustannuserät aiheutuvat käyttöomaisuusinvestointien lainojen koroista sekä lyhennyksistä. Investointeja tehdään tyypillisesti vuoden aikana useita. Kaukolämpöyhtiöiden rahoitustarve toiminnan alkuvaiheessa on usein suuri, sillä investoinnit ovat melko etupainotteisia. Kiinteisiin käyttö- ja kunnossapitokustannuksiin kuuluvat muun muassa ulkopuoliset palvelut ja materiaalit, palkat, henkilöstökulut, vuokrat ja pysyvien vastaavien arvonalenemiset. (Energieollisuus ry 2006, 465.) Muuttuvat kustannukset muodostuvat pääasiassa tuotetusta energiasta ja kustannukset katetaan pääasiassa asiakkailta kerättävällä energiamaksulla. Muuttuviin kustannuksiin kuuluvat lämmön ja polttoaineiden ostot, polttoaine- ja tuotantoverot sekä päästöoikeudet. (Sarvaranta et al. 2012, 11.)

Kokonaiskustannuksien jakautuminen riippuu voimakkaasti voimalaitoksissa käytetyistä polttoaineista. Öljykäyttöisillä laitoksilla polttoainekustannukset sekä muuttuvat kustannukset kattavat lähes 70 % laitoksen kokonaiskustannuksista. Kiinteän polttoaineen laitoksissa puolestaan vastaava osuus on vain noin kolmasosa kokonaiskustannuksista. Näissä laitoksissa laitoksen kiinteät käyttökustannukset ja pääomakustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin öljykäyttöisillä laitoksilla. (Sarvaranta et al. 2012, 12.) Lämmönhankinnan ja -jakelun pääomakustannukset määräytyvät siis pitkälti jo tuotantolaitosten ja kaukolämpöverkon rakentamisvaiheessa. Kustannuksiin pystytään kuitenkin vaikuttamaan merkittävästi laitosten oikealla käytöllä ja kunnossapidolla. (Energieollisuus ry 2006, 466.)

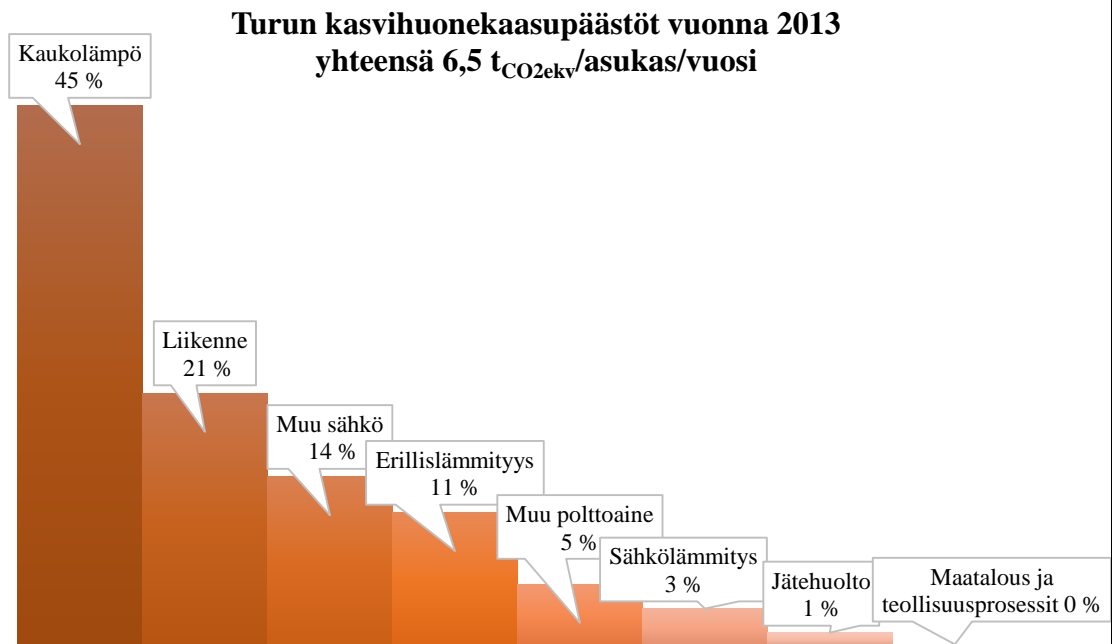
Lämmönhankinnan kustannusten kannalta on tärkeää toteuttaa oikea tehomitoitus perustehon ostossa tai käytettäessä pääomakustannuksiltaan korkeaa kiinteän polttoaineen kattilaa. Kokonaiskustannuksia saadaan pienennettyä, mikäli kustannukset jakautuvat pidemmälle käyttöajalle ja suuremmalle tuotetulle energialle. Toisin sanoen, huipunkäyttöajan kasvaessa myös tuotantokustannukset pienenevät. Öljykattilan kaltaisissa vara- ja huippukattiloissa lämmöntuotantokustannusten ero huipunkäyttöajan funktiona eivät ole suuret, toisin kuin kiinteän polttoaineen kattilassa. (Energieollisuus ry, 2006, 468.) Rungas hajautettu lämmöntuotanto voi aiheuttaa ongelmia peruskuormalaitosten ajoon, sillä kokonaiskysynnän laskiessa kaukolämpöyhtiön on silti varauduttava kulutushuippuihin. Samankaltaisia ongelmia on jo havaittu Euroopassa sähkömarkkinoiden puolella, jossa hajautetun uusiutuvan sähköntuotannon ajallinen vaihtelu tunnikohtaisesti ja vuodenaikaisesti aiheuttavat ongelmia tuotannon ajojärjestykseen. Kysynnän joustolla ja

lämmön varastoinnilla voidaan vaikuttaa huippukuormatilanteissa kalleimman kapasiteetin käyttöönottoon sekä lämmön että sähkön tuotannossa.

6. SKANSSIN KAKSISUUNTAINEN KAUKOLÄMPÖRATKAISU

Skanssin energiahanke on osa Turku Energian ympäristöystävällisen energiantuotannon strategiaa. Turun kaupungille Skanssin energiaratkaisut ovat yksi osa kaupungin kestävästä kehityksen ratkaisuja, joilla pyritään saavuttamaan hiilineutraalius vuoteen 2040 mennessä. Uusilla älykkäillä rakennus- ja energiaratkaisuilla pyritään ylläpitämään kaupungin ympäristöystävällisyyttä sekä houkuttelevuutta, sillä yhä useampi ihminen asuu tai haluaa tulevaisuudessa asua kaupungissa. Turun alueen rakennusten talotekniikka on tällä hetkellä hyvin vaihtelevaa ja rakennusten erilaiset ratkaisut eivät pysty viestimään keskenään. Skanssin alueelliset tavoitteet liittyvätkin erilaisten älykkäiden ratkaisujen liittämiseen alueen asumiseen, kulutukseen ja liikkumiseen. Täysin uusi, keskeisellä paikalla sijaitseva asuinalue sekä kaupungin asettamat ympäristölliset tavoitteet antavat energiayhtiölle mahdollisuuden vastata lämpöliiketoiminnan muutokseen.

Energiainfrastruktuuria ja erityisesti lämmitysjärjestelmiä kehittämällä voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä kaupungeissa. Heinosen & Junnilan (2010, 32) toteuttaman selvityksen mukaan ihmiset voivat omilla valinnoillaan vähentää hiilidioksidipäästöjä noin 25–40 % kohtuullisilla uhrauksilla. Kulutuskäyttäytymisen muutokset jättävät kuitenkin ulkopuolelle suuret tuotantotavat, kuten keskitetyn energiantuotannon, joka on yksi merkittävimpiä päästöjen aiheuttajia: Turun alueen kasvihuonekaasupäästöistä lähes puolet aiheutuu kaukolämmön tuottamisesta. Erillislämmityksen osuus on 10 % ja sähkölämmityksen 3 %. Vuonna 2013 kasvihuonekaasuja muodostui Turun alueella 6,5 tonnia_{CO₂-ekv} henkilöä kohden. (Turun kaupunki 2014.) Päästöjen tarkempi erittely on esitelty kuvassa 21. Kuvasta voidaan havaita, että valtaosa Turun seudun kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu energiajärjestelmästä: 59 % lämmön tuotannosta sekä 14 % muusta sähkönkulutuksesta. Lämmön- ja sähköntuotantoa kehittämällä voidaan siis vaikuttaa merkittävästi paikallisiin päästöihin.



Kuva 21. Turun kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2013. Yhteensä 6,5 t_{CO2ekv}/asukas/vuosi. (Turun kaupunki 2014)

Turussa kaukolämmön seudulliset uusiutuvat energiaratkaisut, eli Naantalin monipolttoainelaitos sekä Luolavuoren pellettilaitos, leikkaavat jopa 45 % nykyisistä kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä (Turun kaupunki 2015a). Kaukolämmön tuotannossa käytettyjen polttoaineiden lisäksi kaukolämmön päästöihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi kysyntäjoustolla, energiatehokkuustoimilla sekä hajautetulla lähienergian tuotannolla. Näihin osa-alueisiin pyritään vaikuttamaan Skanssin energiaratkaisuilla, jotka vaikuttavat myös omalta osaltaan alueen kasvihuonekaasupäästöjen pienemiseen.

6.1. Projektin taustat

Skanssi on 85 hehtaarin kokoinen alue, joka sijaitsee Turun kaakkoisosassa lähellä Kaarinan rajaa, noin 4 kilometrin päässä Turun keskustasta. Alueella sijaitsee vuonna 2009 valmistunut kauppakeskus Skanssi. Alueen maasto on vaihtelevaa soraharjua, peltomaata ja metsäaluetta sekä ulkoilureittejä. Lisäksi alue on I-luokan pohjavesialuetta. Tällä hetkellä alueella sijaitsee yksittäisiä erillistaloja, joten käytännössä alueen rakentaminen aloitetaan lähes rakentamattomalta alueelta.

Turun kaupunginhallitus hyväksyi lokakuussa 2014 Skanssin asuinalueen yleissuunnitelman, jonka mukaisesti aluetta on tarkoitus kaavoittaa. Alueen rakentaminen tulee ajoittumaan vuosille 2015–2030, ja tulevaisuudessa asukasmääräksi on arvioitu 8000 asukasta. Alueelle on tehty useita selvityksiä, ja kaksi ensimmäistä asemakaavaa on tullut

voimaan kesän 2015 aikana. Turun kaupunki on nimennyt Skanssin alueen maankäytön strategiseksi hankkeeksi. Aluesuunnitteluun on otettu mukaan kaupunkikehityksen kannalta olennaisia teemoja ja tavoitteita, joiden täyttämiseen vaaditaan erityisiä ratkaisuja. Asuinalueen suunnittelu toteutetaan poikkihallinnollisessa työryhmässä, jossa on mukana kaupungin eri organisaatioita sekä sidosryhmiä. Turun kaupungin strategisena tavoitteena on toteuttaa Skanssista ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä kaupunginosa. Alueen painopisteinä ovat erilaiset älykkäät ratkaisut, jotka mahdollistavat kestävästä liikenne- ja energiasuunnittelun, uudenlaiset palvelut sekä toimivan yhdyskuntarakenteen. Rakentamisessa pyritään valitsemaan ratkaisuja, jotka vähentävät energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä rakentamisessa, rakennusten käytössä ja kaupunkirakenteessa. (Turun kaupunki 2012, 2.) Edellä mainitut tavoitteet on listattu myös alueen yleissuunnitelmaan, joka toimii ohjeellisena yleiskaavoituksen ja asemakaavoituksen laatimisen pohjana ja tavoitetason määrittäjänä.

Turku Energia tekee yhteistyötä Turun kaupungin kanssa alueen energiaratkaisujen kehittäjänä lämmön, jäähdytyksen, sähkön, rakentamisen ja liikenteen osalta. Alueen merkittävin hanke on suunnitelma rakentaa alueelle matalalämpötilainen ja avoin kaukolämpöverkko, jossa on mahdollisuus pilotoida kaksisuuntaista lämpökaupankäyntiä. Uudella asuinalueella energiakonseptia voidaan kehittää puhtaalta pöydältä ja samalla se tukee alueelle tärkeitä teemoja. Verkon matalampi lämpötila vähentää verkostohäviöitä, mutta ennen kaikkea se mahdollistaa lämpöenergian ostamisen ja myymisen ilman priimausta. Alueelle tulevan kaukolämpöverkon suunniteltu lämpötila on 65–75 °C. Tämä lähilämpöverkko yhdistetään lämmönvaihtimella pääverkkoon, jonka lämpötila on 110–120 °C. Lähilämpöverkkoon voivat syöttää lämpöä yritykset, kaukolämmön asiakkaat sekä kolmannet osapuolet. Turku Energia on sitoutunut ostamaan kaiken lämpöenergian, jota verkkoon syötetään ja myy sen takaisin kiinteistöihin.

Verkon kaksisuuntaisuuden ja matalalämpötilan lisäksi Skanssissa pyritään kehittämään ja pilotoimaan erilaisia paikallisen energiantuotannon ratkaisuja, joilla voidaan uusiutuvia energiamuotoja hyödyntämällä tuottaa lämpöä kaukolämpöverkkoon. Nämä ratkaisut voivat olla muun muassa maalämpöratkaisuja, aurinkokeräimiä, jäähdytyksen lauhdelämpöä, lämmönvarastointia tai pienvoimalaitoksia. Kaukolämmön ja uusiutuvien lähien energiamuotojen rinnakkaisella optimoinnilla voidaan tuottaa lämpöä energiatehokkaasti sekä vähentää kokonaiskulutusta.

Oleellinen osa uudenlaista kaukolämpöjärjestelmää ovat erilaiset älykkäät ratkaisut, joilla voidaan kehittää energiantuotannon ja -kulutuksen informointia sekä asiakkaille että kaukolämpöyhtiölle, jotka avaavat mahdollisuuksia myös uudella liiketoiminnalla. Ratkaisuilla kehitetään asukkaiden tietoutta omasta energiankulutuksestaan sekä omista mahdollisuuksista vaikuttaa siihen. Yhtenä osa-alueena ovat uudet liiketoimintamallit sekä kaukolämmön hinnoittelujärjestelmä, joissa asiakkaita pyritään ohjaamaan kohti joustavaa kysyntää. Asiakkaiden toiveiden ja tarpeiden täyttäminen on oleellinen osa uusien järjestelmien kehittämistä, jolloin ratkaisujen tulee tuottaa asiakkaille lisäarvoa.

Turku Energia sopi helmikuussa 2015 yhteistyöstä VTT Oy:n kanssa, jossa VTT toteuttaa selvitystyön Skanssin energiahankkeesta. Selvitystyön tavoitteena on kehittää konsepti lämpökauppatoiminnalle erityisesti Skanssin alueelle ja tutkia alueen rakennusten energiankulutusta sekä vaihtoehtoisia energiantuotantoratkaisuja ja kytkentämalleja. Lisäksi VTT on ollut mukana muodostamassa tontinluovutusehtojen energialiitettä.

6.2. Kaavoitus ja rakentamisen ohjaamiskeinot

Skanssin alueen suunnittelussa tavoitellaan ratkaisuja, jotka vähentävät normaaliin rakentamiseen verrattuna rakentamisen sekä rakennusten käytön aikaisia hiilidioksidipäästöjä ja tehostavat rakennusten energiankulutusta. Tavoitteiden täyttämiseksi edellä mainitut osa-alueet on otettava huomioon jo alueen suunnitteluvaiheessa. Skanssin alueella tämä on toteutettu ottamalla kestävän kehityksen mukaiset energiaratkaisut huomioon muun muassa yleiskaavan päivityksessä, asemakaavassa sekä rakennustapaohjeissa. Lisäksi alueelle on tehty erilaisia selvityksiä ja suunnitelmia, joiden avulla pyritään selvittämään juuri kyseiselle alueelle parhaiten sopivia vaihtoehtoja.

Rakennuskannan uusiutuminen on hidasta, mutta uusien rakennusten energiatehokkuutta kehittämällä voidaan vaikuttaa merkittävästi Suomessa aiheutuviin hiilidioksidipäästöihin tulevaisuudessa. Yksinään rakentamisen aikaisen ja rakennusten käytön aikana kulutetun energian osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta on noin 40 % (Martinkauppi 2010, 24). Rakennusten kokonaisenergiankulutuksen tehostaminen vaatii pitkäjänteistä toimintaa sekä kestävästä asumisen suunnittelua. Tähän voidaan vaikuttaa alueellisella tasolla sekä aluesuunnittelulla. Paikallisella tasolla voidaan toteuttaa alueellisia asumisen erityishankkeita, jotka edistävät uusia energiaratkaisuja ja hajautettua energiantuotantoa. Energiantuotannon kehittämien vaatii pilotointialueita, sillä uudenlaisia teknologioita ei

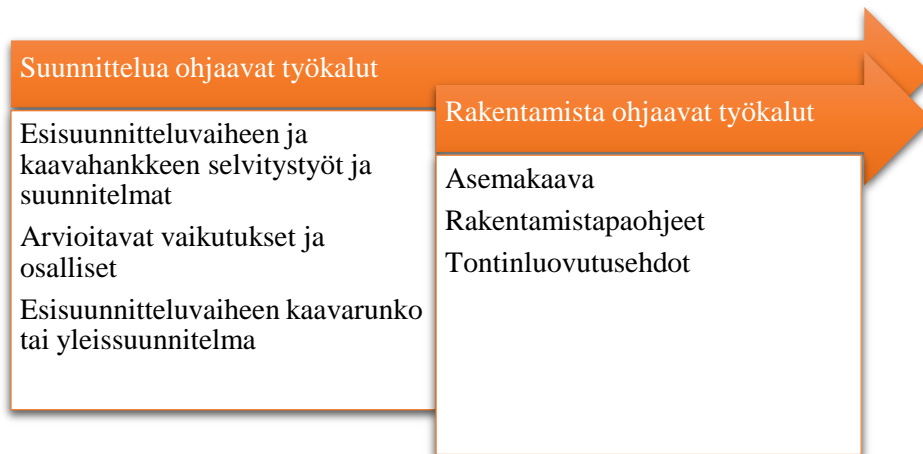
voida sisällyttää yksiselitteisesti kaikkeen rakentamiseen. Testatut ja hyväksi havaitut teknologiat voidaan myöhemmin siirtää myös muuhun rakentamiseen esimerkiksi rakentamismääräyskokoelman kautta. Tavoitteena on etsiä uusia rakentamisen energiaratkaisuja, jotka vähentävät rakennusten käytönaikaisia kustannuksia sekä hillitsevät asumiskustannusten nousua energian hinnan noustessa. Uudet ratkaisut näkyvät usein myös asumismukavuuden parantamisena, kuten esimerkiksi jäähdytyksenä.

Suomessa on toteutettu 2000-luvun aikana yksittäisiä kestäväää rakentamista toteuttavia rakennushankkeita. Näissä kestävä aluekehitys ja ekologisuus on otettu tärkeäksi alueen suunnittelua ohjaavaksi tekijäksi. Yksi ensimmäisiä alueita on ollut Helsingin Eko-Viikkin ekologisesti suunniteltu kaupunginosa. Myöhemmin on rakennettu erilaisista asuinkokonaisuuksista muodostuvia asuinalueita, joista mainittakoon esimerkiksi Oulun Hiukkasvaara, Porvoon Skaftkärr ja Tampereen Vuores. Suomessa on käynnissä myös uusia hankkeita, kuten Helsingin Kalasatama ja Tuusulan Rykmentinpuisto, joissa uudenlaiset energiaratkaisut halutaan erityisesti ottaa huomioon.

6.2.1. Energiatehokkaan rakentamisen ohjauskeinot

Erilaisilla määräyksillä ja kunnallisella tasolla tehdyillä paikallisilla päätöksillä voidaan ohjata rakentamista ja asumista kohti energiatehokkaampia ratkaisuja. Valtiollisella tasolla voidaan määrittää suuntaviivat, mutta kunnalla on paras tietämys paikallisesta tasosta sekä lokaaleista toimijoista. Kuntaa voidaan pitää ikään kuin portinvartijana asumiseen, energiaan ja liikkumiseen liittyvien innovaatioiden käyttöönotossa ja niiden sisällyttämisessä ihmisten arkeen.

Kunnalla on käytössään erilaisia asemakaavoituksen työkaluja, joilla voidaan vaikuttaa toivottuun rakentamisen lopputulokseen. Työkalut voidaan jakaa suunnittelua ohjaaviin työkaluihin sekä rakentamista ohjaaviin työkaluihin. Osa työkaluista tulee maankäyttö- ja rakennuslain määrittelemästä kaavoitusjärjestelmästä ja osa on kunnan omavalintaisessa käytössä. Työkaluilla pyritään muun muassa tunnistamaan energiatehokkaita suunnitteluratkaisuja, luomaan paremmat edellytykset energiankulutuksen tehostamiselle sekä edistämään monimuotoista energiantuotantoa ja uusiutuvan energian ratkaisuja (Pitko 2014, 14–15). Kuvaan 21 on jaoteltu asemakaavan työkalut perustuen hankkeen suunnittelu tai rakentamisvaiheeseen. Näistä kaavarunko, rakentamistapaohjeet ja tontinluovutusehdot eivät kuulu maankäyttö- ja rakennuslain määrittelemään kaavoitusjärjestelmään, vaan kaupunki voi niitä hyödyntää haluamallaan tavalla.



Kuva 22. Asemakaavan työkalut. (Pitko 2014, 14–15.)

Asemakaavan tehtävä on ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla (Maankäyttö- ja rakennuslaki 50 §). Asemakaavat ovat kuntakohtaisia yksityiskohtaisia toteuttamissuunnitelmia, ja sen on toteutettava ylempiä kaavatasoja sekä valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita. Asemakaavalla voidaan vaikuttaa rakennetun ympäristön energiatehokkuuteen, mutta samoja tavoitteita olisi toteuttaa jokaisella kaavatasolla, jotta vaikutukset olisivat merkittäviä. Asemakaavalla voidaan velvoittaa esimerkiksi liittymään lämpöverkkoon tai mahdollistamalla muita energiamuotoja. Asemakaavassa luotuja varauksia ei välttämättä kuitenkaan aina toteuteta käytännössä. Varaukset tulisikin tehdä niin, että ne eivät nosta merkittävästi rakentamiskustannuksia tai johda tarpeettomaan maankäytön tehokkuuteen. (Birell 2010, 22–23.)

Asemakaavoitusta hyödynnetään silloin, kun kunta luovuttaa tontteja joko myymällä tai vuokraamalla. Myymällä kunta luovuttaa tontin omistusoikeuden myynnin osapuolelle ja saa kertakorvauksena myyntihinnan, jolloin kunnalla on mahdollisuus saada tulot heti käyttöön. Kunnalla on mahdollisuus vaikuttaa tontinmyynnin ehtoihin. Tontin myyntihinta voidaan määritellä etukäteen. Mikäli tarjoajia on useita, kunta voi tällä tavoin karsia mahdollisia tontin saajia. Tontti voidaan myös myydä eniten tarjoavalle, jolloin valintamahdollisuutta ei ole ilman valintaa ohjaavia kilpailukriteerejä. (Birell 2010, 18.) Tontin vuokrauksella tontin omistusoikeus jää kunnalle, mutta hallintaoikeus siirtyy vuokralaiselle. Tällöin korvaus saadaan vuosivuokrana koko vuokrasuhteen ajan. Tyypilliset vuokra-ajat asuntotonteissa ovat 50–60 vuotta. Tontin vuokraus usein helpottaa rakennuttajan rakentamisajan kustannuksia, sillä vuokrauksessa ei tarvitse sijoittaa varoja

maahan samalla, kun rakentamiskustannukset ovat korkeimmillaan. Tämä voi parhaimmillaan myös aktivoida rakentamista. (Birell 2010, 19–20.)

Rakentamistapaohjeet ovat yksi valinnainen rakentamisen ohjaamismuoto, jota voidaan normiohjauksen lisäksi käyttää myös informaatio-ohjauksena, jolloin rakentajalle suositellaan tai annetaan ohjeita toteuttaa rakentaminen toivotulla tavalla. Rakentamistapaohjeet ohjaavat rakentajaa kaavamääräysten mukaiseen rakentamiseen, mutta niillä ei ole oikeudellisia vaikutuksia (Birell 2010, 26). Näihin voidaan vaikuttaa myös tontinluovutusehtojen kautta. (Birell 2010, 23.) Rakentamistapaohjeissa voidaan myös täsmentää kaavamääräyksissä tehtyjä ehtoja esimerkkien kautta.

6.2.2. Tontinluovutusehdot

Tontinluovutusehdot ovat yksi tapa, jolla kunta voi kehittää asumisen energiatehokkaita ratkaisuja muiden rakentamista ohjaavien työkalujen kanssa. Muita työkaluja ovat asemakaavakartta, asemakaavamerkinnot ja -määräykset sekä rakentamistapaohjeet. (Asemakaavamerkinnot ja -määräykset 2003, 104.) Näistä rakennustapaohjeilla ja tontinluovutusehdoilla voidaan vaikuttaa rakennusten energiankäyttöön sekä uusiutuvien energialähteiden käyttöön ja myös velvoittaa hyödyntämään erikseen määriteltyä energiamuotoa.

Tontinluovutusehtoja voidaan käyttää silloin, kun kunta luovuttaa omistamansa asemakaavan mukaisen tontin rakennuttajalle joko vuokraamalla tai myymällä tontin. Tällöin tontinluovutukseen voidaan laatia luovutusehdot, joihin voidaan kirjata sellaisia määräyksiä, joita ei voida asemakaavassa määrätä. (Birell 2010, 29.) Tämä voi koskea esimerkiksi kiinteistön lämmitystapaa. Tontteja vuokraamalla kunta voi vielä myymistäkin tehokkaammin ohjata rakentamista. Tällöin tontin saaja voidaan valita harkinnanvaraisesti, ja yksittäistä hakijaa voidaan suosia, jos tämä esittää haluttuja tavoitteita tonttia vuokratessa. Tontin luovuttamista voidaan myös työstää neuvottelukeinoin, mikäli kyseessä on esimerkiksi yritys- tai erityistontti. (Birell 2010, 40.)

6.2.3. Skanssin alueen kaavoitus

Skanssin alueen rakentaminen tulee sijoittumaan vuosille 2015–2030. Asuinalueella sijaitsee vuonna 2009 valmistunut kauppakeskus Skanssi sekä kauppakeskuksen läheisyyteen rakennettu kerrostalo. Asemakaavoituksessa ensimmäisenä on noin 600 asukkaan Skanssin Vallikatu, joka tulee olemaan Skanssin alueen aloituskortteli. Kuvassa

23 Vallikadun kortteli sijoittuu alueelle A. Kortteli tulee sisältämään erilaisia asumismalleja ja asuntoja, kuten kerrostaloja, rivitaloja sekä loft-asuntoja. Kunnallistekniikan rakentaminen on määrä alkaa vuonna 2016. Skanssin Vallikadun asemakaavassa (13/2012) alueen tavoitteeksi on asetettu olla vetovoimainen kestävän kehityksen periaattein toimiva asuinalue. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi aurinkopaneeleita, tuulivoimaa ja muita energiaa säästäviä ja tuottavia ratkaisuja tulee suosia. Rakennusten teknisissä tiloissa on myös varauduttava aurinkoenergian hyödyntämiseen, ja pohjavesialueen ulkopuolelle saa sijoittaa maalämpöjärjestelmän. Lisäksi kattomuotojen ja kattokulmien valinnassa tulee ottaa huomioon aurinkopaneelit ja viherkatot.

Skanssin toinen kaava-alue, Bastioninkatu (23/2014), sijaitsee alueella B. Alueelle on jo tehty kauppakeskuksen laajennus, joka valmistuu kesällä 2015. Asuntojen rakentaminen voi alkaa vuonna 2016, jolloin alueelle valmistuu asunnot 260 asukkaalle. Alueen asemakaavoituksessa on huomioitu samat kestävän kehityksen ja energiahuollon teemat kuin Vallikadun asemakaavoituksessa. (Turun kaupunki 2015b.) Bastioninkadun jälkeen Skanssin alue laajentuu Itä-Skanssin alueelle (alue C), jonka kaavaluonnos on hyväksytty toukokuussa 2015. Alueelle tulee sijoittumaan toimitiloja sekä päiväkotia ja koulu, ja sen asukasmääräksi on kaavailtu 2200. Rakennuskanta tulee olemaan kerros-, rivi- sekä palvelutaloja. Kestävän kehityksen mukaista rakentamista tukemaan Itä-Skanssin alueen läpi on suunniteltu kulkevan Turun tuleva raitiotie ja alueella tulee olemaan viher- ja hulevesialueita. Alue tulee rakentumaan vuosina 2017–2025.

Edellä mainittujen kaava-alueiden jälkeen Skanssin laajentumisvaihtoehdot ovat alueet D, E, F ja G. Näille alueille voidaan rakentaa kerros- ja rivitalojen ohella myös pientaloalueita. Alue H on merkitty optioalueeksi. Rakentamisen on arvoitu päättyvän vuonna 2030. (Turun kaupunki 2015b.)



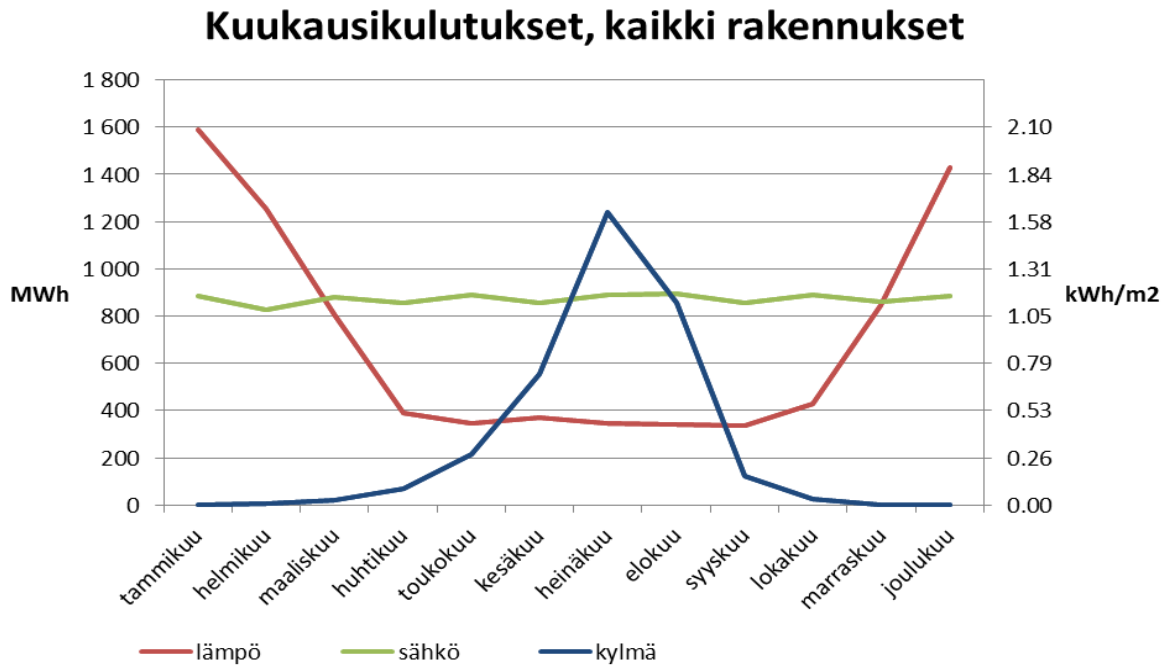
Kuva 23. Skanssin havainnekuva ja kaavoitusalueet. (Turun kaupunki 2015b)

6.3. Energiämäärät ja kytkentävaihtoehdot

Kaksisuuntaisen kaukolämpöverkkoratkaisun suunnittelun kannalta on tehtävä tiettyjä oletuksia, jotta voidaan tarkastella alueen energiankulutusta simuloinnin avulla. Alueen rakennuskannasta ei ole saatavilla yksityiskohtaista tietoa, joten kerrospinta-alan ja rakennustyyppien arvoimiseksi on käytetty maankäytön yleissuunnitelmassa esitettyä Skanssin alueen rakennusoikeutta. Simuloinnin kannalta olennaiset rakennustyypit ovat asuinkerrostalot, palvelutalot, liike- ja toimistorakennukset, päiväkodit ja koulut. Alueella olevat kauppakeskus ja liikekiinteistö sekä mahdolliset pientalot on jätetty simuloinnista pois, jotta simulointimallia saatiin yksinkertaistettua.

VTT:n Turku Energialle tekemässä selvityksessä simuloitiin alueen rakennusten energiakulutusta Equa:n IDA Indoor Climate and Energy –simulointiohjelmalla. Selvityksessä on laskettu kaikkien rakennusten energiakulutus huomioimalla ulkolämpötilan vaihtelut sekä rakennustyyppien eri käyttöprofiilit tunneittain. Lisäksi energiakulutukseen vaikuttavat rakennusten kerroslukumäärä sekä kuorman vuorokaudensisäiset vaihtelut. Rakennusten kerroslukumääräksi on arvioitu 2, 4 tai 8, ja ne on jaettu sen mukaan, ovatko rakennusten kuormat päällä vain päivisin vai eivät.

Säätieloina on käytetty rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaista Etelä-Suomen energianlaskennan säätieloina. Simuloinnin tulokset kaikkien rakennusten yhteenlasketusta energiankulutuksesta on esitetty kuvassa 24. Simuloinnissa on käytetty nykytasoa parempia rakenteita, joiden oletetaan olevan käytössä silloin, kun rakennuksia todellisuudessa rakennetaan. Paremmat rakenteet vastaavat FInZEB-raportissa käytettyjä rakennusten kulutusarvioita.



Kuva 24. Kaikkien rakennusten yhteenlaskettu energiankulutus nykytasoa paremmilla rakenteilla. (Hedman et al. 2015)

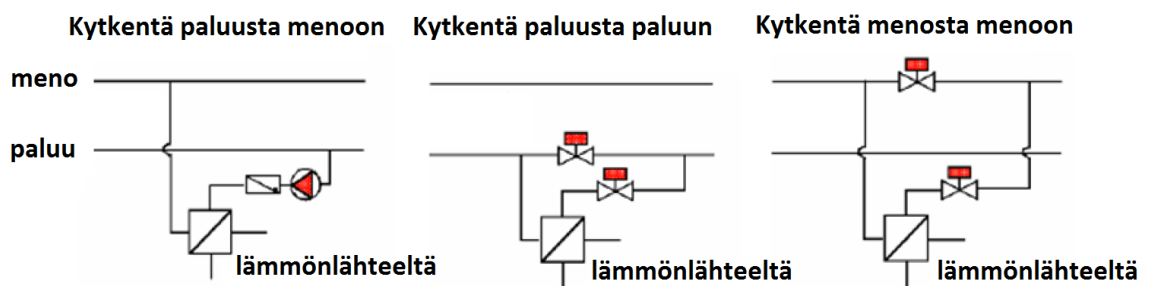
Suurin osa alueen energiankulutuksesta tapahtuu asuinrakennuksissa. Myös koulujen ja päiväkotien osuus on merkittävä erityisesti lämmityskauden aikana. Tiukemmilla rakentamismääräyksillä jäähdytyksen tarve on merkittävä, ja sen kulutus kasvaa hieman verrattuna nykyisillä rakentamismääräyksillä rakennettuihin rakennuksiin.

Perinteinen kaukolämpöjärjestelmä toimisi alueella 115/65 °C:een mitoituslämpötiloissa. Matalalämpötilaratkaisussa puolestaan verkon mitoituslämpötilaeroksi voidaan asettaa esimerkiksi 30 °C, jolloin kaukolämmön menolämpötila olisi 65 °C ja paluulämpötila 35 °C. Menoveden lämpötilan laskeminen alle 65 °C:een aiheuttaa lämpimän käyttöveden hygienian laadun heikkenemisen. Tätä korkeammassa lämpötilassa saadaan esimerkiksi legionella pneumophila –bakteerikannat tuhottua ennen veden johtamista kulutuskäyttöön. Mikäli lämpötila on tämän alle, tulee menopuolelle syötetty vesi priimata.

Kaukojäähdytyksen mitoituslämpötiloina voidaan käyttää tyypillistä jäähdytyksen mitoitusarvoa, joka Turun seudulla on 7/17 °C.

Verkon alhainen lämpötila edesauttaa hajautetun ja paikallisen tuotannon ottamista mukaan lämmöntuottajiksi verkkoon. Mahdollisia alueellisia uusiutuvan energian tuotantovaihtoehtoja ovat lämmön osalta esimerkiksi erilaiset lämpöpumput, aurinkolämpö ja biokattila sekä jäähdytyksessä absorptiojäähdytys. Aurinkolämmön sijaan kattopinta-alaa voidaan myös hyödyntää aurinkosähkön tuottamiseen. Eri tuotantomuotojen soveltuvuus ja markkinavoimat tulevat vaikuttamaan merkittävästi energiantuotantomuotojen valinnassa. Ongelmaksi alueella kuitenkin tulee tuotannon ja kulutuksen kohtaaminen, mikä on tyypillistä uusiutuville energiamuodoille. Erityisesti aurinkoenergian ratkaisuja käytettäessä tulee harkita myös alueellisia varastointiratkaisuja kysynnän ja tuotannon vaihteluita tasaamaan, sillä tuotanto on yksinomaan riippuvainen sääolosuhteista.

Hajautetun tuotannon kytkennän toteutus riippuu tuotannon suunnitellusta toimintalämpötilasta. Matalan lämpötilatason järjestelmässä tuotanto voidaan kytkeä kiinteistön lämpöverkkoon ja korkean lämpötilan järjestelmässä puolestaan se kytketään verkon ulkopuolelle. Matalan lämpötilan ratkaisuihin hajautetun tuotannon kytkennässä kaukolämpöverkkoon on kolme perus kytkentämallia, jotka on esitelty kuvassa 25.



Kuva 25. Paikallistuotannon kytkentä kaukolämpöverkon periaatasolla. (Schubert 2012, 2.)

Hajautetun järjestelmän kytkeminen paluusta menopuolelle on yksi kaukolämpöyhtiöiden suosimista kytkentätavoista. Tällöin tuotantoyksiköltä tulevan kuumen veden vaadittu lämpötila ja virtaus määräytyvät kaukolämmön meno- ja paluuputken lämpötilojen mukaan. Kytkeä ei siis vaikuta paluulämpötilaan, mutta paikallisen pumpun on voitettava meno- ja paluuputkien välinen paine-ero. Osan pumppauskustannuksista kattaa siis lämmön paikallinen tuottaja. (Schubert 2012, 2.)

Tuotannon kytkeminen paluusta paluuputkeen vaatii matalimman tuotannon lämpötilatason verrattuna muihin kytkentävaihtoehtoihin. Tällöin on mahdollista saada suurin paikallisen tuotannon hyödyntämispotentiaali. Kaukolämpöyhtiöt eivät kuitenkaan suosi kytkentää paluusta paluuputkeen, sillä vaihtoehto hyödyntää kaukolämpöverkon pumppuja. Lämmön tuottajan ei siis tarvitse investoida pumppuun. Ongelmaksi koituu myös lämmön syöttäminen paluuputkeen, jolloin verkon häviöt kasvavat ja myös usein muiden lämmöntuottajien tehokkuus laskee. Tämä on merkittävä asia, sillä lämmön syöttäminen paluuputkeen näkyy CHP-tuotannon rakennusasteen pienenemisenä. Lisäksi paluupuolelle on lisättävä vastus, jolla voidaan säätää lämmönvaihtimelle menevää virtausta. (Schubert 2012, 2.)

Hajautettu tuotanto voidaan kytkeä myös menopuolesta menopuolelle, jolloin paikallisen tuotannon on pystyttävä tuottamaan korkeita lämpötiloja. Tällöin esimerkiksi aurinkojärjestelmän tehokkuus heikkenee. Tällöin menopuolelle on lisättävä vastus, jolla rajoitetaan vesivirtaa lämmönsiirtimeksi läpi. Huonon tehokkuutensa vuoksi kytkentävaihtoehtoa käytetään erittäin harvoin. (Schubert 2012, 3.)

6.4. Uudenlainen hankintamenettely

Skanssin energiahankkeessa pyritään tiivistämään Turku Energian, Turun kaupungin sekä muiden toimijoiden, kuten rakennuttajien sekä paikallisten sidosryhmien välistä yhteistyötä. Tämän avulla pyritään kehittämään uudenlaista hankintaprosessia ja sen toimintamalleja, joilla voidaan toteuttaa uusien energiateknologioiden ja palvelujen tutkimusta, kehitystä sekä pilotointia Skanssissa. Oikeiden teknologioiden ja palvelujen valinta sekä riskien minimoiminen ja loppuasiakkaan että muiden osapuolten näkökulmasta vaativat taakseen innovatiivisen hankintaprosessin.

Yksi osa uudenlaista hankintamenettelyä on energiayhtiön osallistuminen tontinluovutusehtojen määrittämiseen. Ehdot valmisteltiin yhdessä VTT:n ja Turun kaupungin kanssa. Energialiitteen päätavoite on ollut varmistaa, että Skanssin alueella voidaan helposti ottaa käyttöön ratkaisuja, jotka tukevat Turun kaupungin asettamia tavoitteita kestävästä kehityksestä mukaisille valinnoille rakennetussa ympäristössä. Skanssin alueen energia- ja ympäristötavoitteista voidaan siis luoda konkreettisia ehtoja, jotka rakennuttajan tulee toteuttaa. Nämä koskevat Skanssin tapauksessa erityisesti kaksisuuntaista lämpökauppaa ja sen teknologiaa, energiankulutuksen seuranta, alueellista

uusiutuvan energian tuotantoa sekä sähköisen liikenteen edistämistä. Kaikkiin edellä mainittuihin tavoitteisiin voidaan varautua määrittämällä ne energialiitteeseen.

Energialiitteen valmistumisen jälkeen pyritään iteratiivisesti valitsemaan yhdessä kaupungin, energiayhtiön ja rakennuttajien kanssa parhaat teknologiat ja palvelut, joilla liitteen sisältö voidaan toteuttaa. Neuvottelumenettelyissä tulee varautua myös ehtojen muokkaamiseen ja sovittamiseen, mikäli sitoutumisesta huolimatta jotakin tavoitteista ei ole mahdollista saavuttaa esimerkiksi sopivan yhteistyökumppanin tai teknologian puuttuessa. Tontinluovutusehtojen toteuttamisessa on tarkoituksena saattaa yhteen kaikki osapuolet, joita tontinluovutusehdot koskevat sekä antaa mahdollisuus kommentoinnille ja pyrkiä löytämään Skanssin alueen kannalta parhaat ratkaisut teknologioihin ja palvelukonsepteihin.

Energialiite on yksi esimerkki hankintamenettelyn kehittämisestä: yhdessä yhteistyökumppanien kanssa pyritään luomaan tilanne, jossa markkinoille syntyy tarve luoda uusia ratkaisuja. Tässä tapauksessa kaupunki on asettanut asuinalueelle omat kestävän kehityksen mukaiset vaatimukset, joiden toteuttaminen vaatii uusien tuotteiden, palveluiden ja toimintatapojen luomista. Oikeiden innovaatioiden ja niiden tarjoajien löytäminen tarvitsee innovatiivisen hankintaprosessin, jossa kartoitetaan loppuasiakkaan, yhteistyökumppaneiden ja sidosryhmien tarpeita. Validointi auttaa oikeiden ratkaisujen valintaa. Ne toteuttavat pitkällä tähtäimellä alueelle asetettuja tavoitteita sekä tulevat palvelemaan kaikkia hankkeen osapuolia.

Tässä diplomityössä toteutettu asiakastarveselvitys rakennuttajille ja kiinteistöyhtiöille on osa Turku Energian toteuttamaa omaa hankintaprosessia. Asiakastarveselvityksen haastattelututkimuksen avulla pyritään etsimään kaksisuuntaista kaukolämpöratkaisua tukevia ratkaisuja sekä kartoittamaan etukäteen mahdollisia ongelmia tai esteitä. Lisäksi haastatteluilla pyritään luomaan keskusteluyhteys sidosryhmiin sekä antamaan mahdollisuus vapaalle kommentoinnille. Energiayhtiön näkökulmasta on tärkeää tarkastella lämpökauppaa sekä sen vaatimaa teknologiaa myös rakennuttajien tai rakennusten omistajien näkökulmasta. Kartoittamalla rakennuttajien nykyistä hankintaprosessia, niiden energiaratkaisuja, kaukolämmön nykytilaa sekä lähienergiaratkaisujen investointimahdollisuutta, päästään lähemmäksi energiahankkeen todellisia ratkaisuja. Haastattelututkimuksessa rakennuttamisen asiantuntijoiden näkemykset auttavat energiayhtiötä valitsemaan ratkaisuja, jotka tulevat ennen kaikkea

palvelemaan asunnon tulevaa asukasta ja energiaratkaisujen käyttäjää. Lisäksi tavoitteena on, että hankkeen ratkaisuja olisi mahdollisuus soveltaa muissa kaupunginosissa tai kaupungeissa.

Turku Energian pitkäaikaisena tavoitteena on luoda Skanssin hankkeen kautta uudenlaista energiayhtiön liiketoimintaa, jossa toimitaan tiiviimmin yhteistyössä asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Tämä koskee energiakaupan tuotteita ja palveluita, jotka voivat olla uusia energiakaupan tuotteita, tasehallintaa tai asiakkaiden tuotannon tai laitteiden käyttöä ja kunnossapitoa. Nämä palvelut ja tuotteet tulevat ajamaan kestävän kehityksen mukaista toimintaa sekä parantamaan asiakkaiden vuorovaikutus- ja vaikutusmahdollisuuksia. Tällaisten uusien palveluiden kehittämistä edesauttaa uudenlaisen hankintaprosessin käyttöönotto kaikkialla organisaatiossa sekä kumppanuus- ja asiakasverkostossa.

Tärkein asunnon energiankulutukseen vaikuttava asia on kuitenkin itse asukas. Kaikki Skanssin energiaratkaisut tulee tehdä heitä silmällä pitäen ja asiakastarveselvitystä tuleekin laajentaa jatkossa kohti loppuasiakasta eli Skanssin tulevaa asukasta. Energiaratkaisuja valittaessa tulee tutkia asukkaiden potentiaali ja aktiivisuustaso erilaisten ratkaisujen käyttöön. Asukkaiden omaa aktiivisuutta voidaan hyödyntää rakennuksen energiaratkaisuissa tai niitä voidaan pyrkiä kehittämään mahdollisimman automatisoiduiksi vastaamaan asunnon todellista lämmöntarvetta ja ulkolämpötilan vaihteluja.

7. ASIAKASTARVESELVITYS

Tämän diplomityön tavoitteena on tuoda asiakaslähtöisyys osaksi uudenlaista hankintaprosessia. Nykyisessä julkisen hankintaprosessin mallissa valitaan käytettävät teknologiat ja ratkaisut usein jo prosessin alkuvaiheessa. Tällaisessa hankintamenettelyssä on mahdollisuus, että hankkeelle voi muodostua uusia vaatimuksia tai muita toimintaan vaikuttavia tekijöitä vielä teknologian valintapäätöksen jälkeen. Edellä mainitun kaltainen muutostarve lisää kustannuksia ja hidastaa hankintaprosessia, ja pahimmassa tapauksessa myöhästymiset ja teknologian vaihtaminen jättävät hankkeen kierteeseen. Asiakastarveselvityksellä pyritään edesauttamaan oikeiden teknologioiden valintaa kartoittamalla eri sidosryhmien todelliset tarpeet ja toiveet jo prosessin alkuvaiheessa. Useiden tutkimusten mukaan tuotekehitysprosessit, jotka pohjautuvat asiakkaiden todellisille tarpeille, tulevat todennäköisemmin menestymään, kuin ne, jotka pohjautuvat vain uuteen teknologiaan (Kärkkäinen et al. 2001, 391–392). Asiakastarvekartoituksella pyritään tiedostamaan kyseiselle hankintaprosessille sopivimmat teknologiat ja palvelut, jotka vastaisivat parhaalla mahdollisella tavalla asiakkaan tarpeita. Tarkoituksena on luoda liiketoimintamalli, jolle olisi kysyntää ja tarvetta huomioon ottaen koko tuotteen tai palvelun elinkaari. Lisäksi selvityksen aikana parannetaan eri organisaatioiden välistä vuoropuhelua koko hankintaketjun aikana.

Asiakastarveselvitys voidaan jakaa kolmeen perusvaiheeseen. Ensimmäiseksi on suunnittelu, jossa tunnistetaan ja priorisoidaan asiakasta edustavat sidosryhmät sekä valitaan asiakastarvekartoituksen suoritustapa ja tavoitteet. Tämän jälkeen toteutetaan itse kysely. Lopuksi analysoidaan kyselyn tulokset ja valitaan jatkotoimenpiteet.

7.1. Asiakastarvekartoitusprosessi

Asiakkaan toiveiden ja mielipiteiden kuuleminen on tärkeä osa minkä tahansa tuotteen tai palvelun tuotekehitysprosessia. Asiakastarpeella tarkoitetaan tekijöitä, joita asiakas kokee tarvitsevänsä hyvinvointinsa tai menestyksensä ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Asiakastarve vastaa kysymykseen, miksi tuoteominaisuus on olemassa. Nämä tarpeet eivät ole aina tiedostettuja, mutta selvityksen avulla tiedostamattomat tarpeet on mahdollista saada esille. (Kärkkäinen 2000 el al. 11.) Asiakastarpeiden kartoittamisella varmistetaan kehitystoiminnalle asiakaslähtöiset tavoitteet, ja sillä pyritään ohjaamaan tuotteen tai palvelun tuotekehitysprosessia sen kaikissa vaiheissa. (Siemens 2009). Lisäksi kartoittamisella pyritään lisäämään yrityksen ja asiakkaan välistä vuoropuhelua, jolloin

molemmat osapuolet sitoutuvat tuotteen tai palvelun kehitysprosessiin. Näin pyritään palvelemaan yhtä lailla molempia osapuolia: yritys pystyy kohdentamaan tuotteensa paremmin asiakasta palvelevalla tavalla ja tuotekehitystoimintaan syntyy joustavuutta. Yrityksen resurssien oikealla kohdentamisella saavutetaan myös tuloksellisuutta.

Kärkkäinen et al. (2000, 34) määrittelee asiakastarvekartoitusprosessin kuusivaiheiseksi prosessiksi. Asiakastarpeiden kartoitus aloitetaan lähtötilanteen määrittelyllä, jolloin myös suunnitellaan asiakastarvetietojen keräysmuoto. Tämän jälkeen suoritetaan itse asiakastarvetutkimus, joka voi olla esimerkiksi haastattelu- tai kyselymuotoinen. Saatu tieto jäsenellään, minkä jälkeen kartoitetaan vielä yrityksen kilpailutilanne. Tämän jälkeen asetetaan tavoitteet ja suunnitellaan ohjaustyö tavoitteiden saavuttamiseksi. Prosessi on havainnollistettu kuvassa 26.



Kuva 26. Asiakastarvekartoitusprosessi (Kärkkäinen et al. 2000, 34.)

Asiakkaiden tarpeet voivat ilmetä eri tavoin, joten yritykset tunnistavat usein vain osan asiakkaiden tarpeista. Asiakastarpeet voivat olla siis myös olla hiljaisia signaaleja tai sellaisia, joista asiakkaat eivät välttämättä ole edes itse täysin tietoisia. Näitä yritysten on erityisen vaikea huomioida. (Kärkkäinen et al. 2000, 18–19.)

Tässä diplomityössä pyritään hahmottamaan jo tiedossa olevien tarpeiden lisäksi myös joitakin tiedostamattomia asiakastarpeita. Nämä uudet, tunnistamattomat asiakastarpeet ovat avaintekijöitä uusien liiketoimintamahdollisuuksien kehittämisessä (Kärkkäinen et al. 2001, 391). Entuudestaan tunnistamattomilla tekijöillä pystytään erottautumaan kilpailijoista. Näillä tekijöillä ei pelkästään pystytä täyttämään asiakkaiden nykyisiä todellisia tarpeita, vaan myös mahdollisesti täyttämään ne paremmin kuin asiakas osaa odottaa.

Kartoittamisella pyritään erityisesti selvittämään tarpeita, jotka tulevat ilmenemään vasta tulevaisuudessa. Nämä tarpeet olisivat oleellisia tunnistaa liiketoiminnan kehittämisen ja kilpailukyvyn kannalta. Tästä esimerkkinä ovat tiukkenevat rakentamismääräykset sekä erilaiset ympäristötavoitteet, jotka asettavat painetta uusien energiaratkaisujen löytämiselle. Uudet uusiutuvat energiaratkaisut toimivat tällöin hybridijärjestelminä nykyisten olemassa olevien järjestelmien kanssa. Tämä vaatii monipuolista kommunikointia muiden energiajärjestelmien kanssa. Lisäksi ratkaisut tulisi toteuttaa erityisesti asukasta, eli kaukolämmön asiakasta, parhaiten palvelevalla tavalla. Edellä mainitut tekijät ovat vielä varsin huonosti tiedostettuja, jolloin niiden kehittämisessä olisi mahdollisuus löytää uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

7.1.1. Lähtötilanteen selvittäminen

Asiakastarveselvityksen lähtötilanteen määrittämisessä asetetaan selvityksen tavoitteet sekä selvityksen laajuus ja aikataulu. Lisäksi on määriteltävä haastateltavat osapuolet sekä otettava selvää mahdollisista kilpailijoista. Kaikista osapuolista on kerättävä taustatietoa sekä selvitettävä, miten asiakkaan tiedostamattomat tarpeet olisi mahdollista saada esille haastattelututkimuksen kautta. (Kärkkäinen et al. 2000, 16.)

Asiakastarveselvitystä tehdessä on tärkeää tunnistaa heti selvityksen alussa asiakasta edustavat ryhmät. Asiakas ei ole välttämättä aina tuotteen tai palvelun loppukäyttäjä, vaan asiakas voi olla mikä tahansa sidosryhmä tai organisaatio, jonka tarpeet tulee ottaa huomioon tuotteen tai palvelun suunnittelussa. (Kärkkäinen et al. 2000, 16.) Nämä ryhmät asettavat tuotteelle tai palvelulle vaatimuksia ja ovat osaltaan mukana ostopäätöstä tehtäessä.

Tämä on olennaisessa osassa Skanssin energiahankkeen kaltaisissa asiakastarveselvityksissä, jossa selvityksen kohteena oleva tuote tai palvelu on vasta

kehitysasteella. Lopputuote ei tule myöskään olemaan yksittäinen palvelu tai fyysinen tuote, vaan kyse on moniulotteisesta konseptista, jossa sovitetaan yhteen teknologia- ja palveluratkaisuja.

7.1.2. Menetelmien valinta ja teemahaastattelu

Asiakastarpeiden kartoittamiseen voidaan käyttää useita eri menetelmiä. Näitä ovat muun muassa kyselyt, haastattelut ja työpajat (Majava et al. 2013, 17). Menetelmän valinnassa lähdetään tyypillisesti liikkeelle ongelmaperusteisesti, jolloin myös hahmottuvat asiakastarveselvityksessä olevat keskeisimmät teemat. Vapaamuotoinen teemahaastattelu on yksi yleisimmin käytetyistä muodoista. Tämä toimii erityisesti silloin, jos asiakkaan perimmäisiä tarpeita tai tavoitteita ei vielä tunneta. (Kärkkäinen et al. 2000, 29.) Suorassa asiakaskontaktissa saadaan usein välitettyä enemmän informaatiota puolin ja toisin, sillä kasvokkain tapahtuvassa tutkimuksessa molemmille osapuolille voidaan tarjota välitöntä palautetta. Lisäksi haastatteluilla on mahdollista parantaa osapuolten välistä ymmärrystä sekä syventää osapuolten välistä yhteydenpitoa. (Majava et al. 2013, 21.) Haastatteluilla saadaan myös motivoitua vastaajaa, kun kysymyksillä osoitetaan mielenkiinto vastaajan toimintaa kohtaan ja toisaalta pyritään etsimään tekijöitä, jotka auttavat kehittämään myös haastateltavan omaa liiketoimintaa (Kärkkäinen et al. 2000, 41). Menetelmää valittaessa on otettava huomioon myös asiakkaiden määrä ja asema. Suoran yhteistyön valinta on luontevinta, kun asiakkaat ovat hyvin tiedossa ja kun heillä on vankka asema markkinoilla. Haastattelut eivät kuitenkaan sovellu suurelle otokselle, jonka sopivampi työmuoto on esimerkiksi työpaja.

Haastatteluissa kerätty informaatio on saatettava kartoitusta tekevää yritystä hyödyttävään muotoon, joten saatua tietoa voidaan prosessoida monin eri tavoin. Jos sidosryhmiä on useita ja niiden välisiä riippuvuuksia on vaikea hahmottaa, on mahdollista muodostaa erilaisia riippuvuussuhteita havainnollistavia matriiseja tai taulukoita. Tärkeintä on muodostaa haastattelusta kokonaiskuva sekä analysoida tietoa asiakkaan näkökulmasta. Jäsentelyn myötä kartoitusta voidaan jatkaa tekemällä lisätutkimuksia esimerkiksi kilpailu- tai tavoiteanalyysistä. (Kärkkäinen et al. 2000, 51.)

Kvalitatiivinen tutkimus suoritetaan tyypillisesti teemahaastattelulla. Teemahaastattelut ovat yleensä puolistrukturoituja, eli ennen haastattelua tehdään hahmotelma haastattelussa käsiteltävistä aiheista, mutta ei kuitenkaan tehdä tarkkaa suunnitelmaa siitä, miten aiheet tulee kysyä. Haastattelurunko voi sisältää tukisanoja tai -kysymyksiä, jotka muodostavat

teemaluettelon. Teemaluettelolla pyritään ohjaamaan haastattelua oikeaan suuntaan ja varmistamaan, että haastattelun kannalta olennaiset aiheet tulevat esille. Tämä jättää kuitenkin paljon liikkumavaraa itse keskustelulle. (Hirsjärvi et al. 2008, 102–103.) Yleensä haastattelut nauhoitetaan, jotta teemahaastattelulle tyypilliset vivahteet tallentuvat, ja niiden analysointi on helpompaa haastattelujen jälkeen.

Haastatteluja varten tehtävä taustatyö haastateltavan toimintaympäristöstä auttaa hahmottamaan haastateltavien mielipiteiden taustalla olevia tekijöitä. Lisäksi hyvällä taustatyöllä on mahdollista selvittää tiedostamattomia tarpeita sekä saada esille ennestään tuntemattomia tarpeita. (Kärkkäinen et al. 2000, 40–41). Hyvällä esityöllä voidaan osoittaa haastateltavalle haastattelijan aito kiinnostus sekä motivoida haastateltavaa kertomaan asioista yksityiskohtaisesti.

7.1.3. Tavoitteiden asettaminen

Asiakastarvekartoituksen kautta havaitut tarpeet on osattava muuttaa järjestelmällisellä tavalla tuote- tai palveluominaisuuksiksi. Asiakstarpeista muodostuneen kuvan avulla tarpeet voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen, ja niiden keskinäisiä riippuvuussuhteita tulee tarkastella. Tähän kuuluu myös kilpailutilanteen tarkastaminen, eli asiakkaiden tyytyväisyys yritykseen sekä sen kilpailijoihin. Nämä ohjaavat yritystä valitsemaan ne tuotekehityksen osa-alueet sekä tarvittavat resurssit, joilla asiakstarpeet voidaan saavuttaa. Tavoitteiden asettamisessa on kuitenkin huomioitava tarkasti asiakkaiden näkökulma, joihin yrityksen mielipiteet tai mielikuvat eivät saisi vaikuttaa. (Kärkkäinen et al. 2000, 54.)

Tuotteen tai palvelun tavoitteiden asettamiseen on käytettävissä myös erilaisia menetelmiä, joista yksi yleisimmin käytetyistä on Quality Function Deployment (QFD). Menetelmä auttaa asiakstarpeiden muuttamisessa systemaattisesti tuoteominaisuuksiksi ja kerätyn tiedon muuttamisessa tiiviiseen ja havainnolliseen muotoon. Yksi tärkeimpiä QFD-menetelmän vaiheita on selvittää tuotteen tai palvelun ominaisuuksien välinen riippuvuus asiakstarpeisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa ominaisuuksia, joilla voidaan vaikuttaa asiakkaan tarpeisiin sekä niiden vaikuttavuuden potentiaalia. Tyypillisesti määritetään 3-5 kappaletta tällaisia tuoteominaisuuksia, joihin yritys voi keskittää resurssinsa. Tämän jälkeen yrityksen tulee määrittää numeeriset tavoitteet. (Kärkkäinen et al. 2000, 53.)

7.2. Asiakstarvekartoitus ja tuotekehitys

Asiakkaiden asettamat tarpeet ovat asioita, jotka käytännössä antavat koko organisaatiolle yhteisen tavoitteen, ja asiakstarvekartoitusta tehtäessä tulee aina huomioida sen yhteys suunnitteluun ja tuotekehitykseen. Todellisuudessa asiakstarvekartoitusta tehdään tuotekehitysprosesseissa aina joko laajemmassa mittakaavassa tai tiedostamattomana prosessina, ja usein nämä prosessit sekoittuvat keskenään. Jokaisessa tuotekehitysprosessissa pyritään keräämään tietoa asiakkaasta aina jossain muodossa, jotta tuote vastaisi asiakkaiden toiveita. Asiakstarpeiden kartoituksella saadaan laaja-alaista ja tärkeää tietoa tuotekehityksen käytettäväksi, jolloin voi myös syntyä uusia tuotekehityksen projekteja. (Kärkkäinen et al. 2000, 22–24.)

Asiakstarvekartoitusprosessin ei pitäisi kuitenkaan rajoittua yhteen selvitykseen, vaan Organisaation on otettava käyttöön toimintamallit, joilla asiakkaiden tarpeita voidaan seurata jatkuvasti ja joiden pohjalta yrityksen toimintaa voidaan kehittää. Yksittäisenä toimintona asiakstarpeiden kartoitus toimii kuitenkin myös luontaisena osana projektia, jossa yritys asettaa itsensä sille tyypillisestä liiketoiminnasta poikkeavaan tilanteeseen. Asiakstarvetietoa on jaettava kaikille yrityksen organisaatioille, jotta kehitysmahdollisuudet ja -vaatimukset olisivat kaikille sisäistettävissä. (Liukko 1994, 22.)

8. ASIAKASTARVESELVITYS SKANSSIN ENERGIAHANKKEESTA

Turun Skanssin uudelle asuinalueelle suunniteltu energiahanke avaa mahdollisuuksia kokeilla aivan uudenlaisia energiaratkaisuja. Skanssin alueen kaukolämpöratkaisu on esitelty tarkemmin kappaleessa kuusi. Koska vastaavanlaisesta energiahankkeesta ei ole kokemusta Suomessa tai esimerkiksi muissa Pohjoismaissa, päätti energiahanketta vetävä Turku Energia ottaa asiakastarveselvityksen yhdeksi osa-alueeksi tukemaan alueen suunnittelua. Hankkeen asiakaslähtöisyys ja tiivis yhteistyö eri sidosryhmien kanssa katsottiin olennaiseksi osaksi suunnitteluvaihetta, jotta asumisen energiaratkaisuissa pystytään tekemään tulevaisuuden kannalta parhaita valintoja. Lisäksi alueelle suunnitellut energiaratkaisut jäävät lopputuloksena kiinteistöille, jolloin on oleellista ottaa myös rakennus- ja kiinteistöyritysten näkökulmat huomioon.

Skanssin energiahanke sisältää useita aihealueita ja menettelytapoja, jotka ovat poikkeuksellisia sekä energiayhtiölle, Turun kaupungille että myös haastattelujen kohteena oleville yrityksille. Lisäksi Skanssin hankkeessa sovelletaan rakennusten energiatehokkuuden ohjaamisessa työvälineitä, jotka poikkeavat tyypillisestä asemakaavasta. Aluekehityksen tavoitteita on ottaa alueella käyttöön uusia teknologioita ja tukea uusien innovaatioiden kehitystä. Tästä syystä tulee suorittaa asiakastarpeiden kartoitusta, sillä alueen teknologia- ja palveluratkaisuja tulee kehittää todellisten tarpeiden kautta ja toisaalta on myös pyrittävä tunnistamaan tiedostamattomia tarpeita. Asiakastarvekartoituksella pyritään myös edesauttamaan markkinavuoropuhelua osapuolien kesken.

8.1. Haastateltavien valinta ja haastattelujen toteuttaminen

Asiakastarveselvitystä suunniteltaessa energiayhtiö päätti valita haastateltaviksi erilaisia rakennus- ja kiinteistöyritysten edustajia. Skanssissa tullaan toteuttamaan monipuolisesti eri asumismuotoja, joten tästä syystä ei ollut kannattavaa rajata yrityksiä esimerkiksi vain perustajaurakoitsijoihin, vaan mukaan otettiin myös vuokra- ja asumisoikeusasumisen edustajia. Asiakastarveselvityksen kohteena käytettiin siis asiakkaan laajaa käsitettä. Haastateltavat edustavat asiakasryhmää, jotka asettavat palvelukonseptille vaatimuksia sekä myös ovat tietyiltä osin mukana tekemässä ostopäätöstä. Kaukolämmön loppuasiakas, eli Skanssin alueen tuleva asukas, koettiin vielä projektin alkuvaiheessa etäiseksi. Asukkaille tehtävä asiakastarveselvitys on kuitenkin tärkeä osa hankkeen kehitystä, joten

se tullaan suorittamaan myöhemmässä vaiheessa, jolloin voidaan hahmottaa todellinen asukasryhmä tai heidän suorat edustajansa.

Haastatteluja muodostettaessa haasteeksi koitui kaksisuuntaisen kaukolämpöratkaisun käsitteellisyys, sillä kyseessä ei ole olemassa oleva tuote tai palvelu, jota voisi yksityiskohtaisesti esitellä asiakasryhmälle. Kyseessä on konsepti, joka vaatii sekä liiketoiminnallisen mallin kehittämisen että myös teknologiset ratkaisut. Rakennus- ja kiinteistöyrityksillä koettiin olevan parhaat valmiudet asettaa konseptille konkreettisia vaatimuksia tai tarpeita. Yritykset ovat myös kaukolämmön asiakkaan roolissa, jolloin heillä on vastakkainen näkemys konseptiin verrattuna kaukolämpöyhtiöön. Lisäksi he ovat rakennusten energiaratkaisujen investointien tekijöitä eli he ovat osaltaan mukana myös ostopäätöstä tehtäessä. Tärkeä yhdistävä tekijä energiayhtiön ja haastateltujen yritysten välillä on rakennusalan muutokset ja siihen sisältyvä rakennusten energiatehokkuuden tehostaminen

Haastateltaviksi valikoitui siis monipuolinen joukko eri asumisen tuottajia. Kaikilla haastateltavilla on liiketoimintaa Turun alueella, mutta osa yrityksistä on toimii myös valtakunnallisella tasolla. Kaikkia toimijoita Skanssin alueen kehitys koskettaa kuitenkin joiltain osin enemmän tai vähemmän. Haastattelut suoritettiin haastateltavien omilla toimipisteillä. Haastateltavat henkilöt edustivat seuraavia organisaatioita:

- Rakennusyhtiö A
- Rakennusyhtiö B
- Rakennusyhtiö C
- Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö A
- Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B
- Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C
- Kiinteistösijoitusyhtiö
- Teollisuuskiinteistön omistaja

Haastattelujen tavoitteena oli kartoittaa eri sidosryhmien toimintatapaa uusien rakennushankkeiden ja korjausrakentamisen toteuttamisessa sekä pohtia alalla vallitsevia suuntauksia energia-asioihin liittyen. Lisäksi haastatteluissa kartoitettiin kokonaistarvetta uusille älykkäille energiaratkaisuille ja arvioitiin niiden kannattavuutta jokaisen sidosryhmän liiketoiminta-alan näkökulmasta.

Yhdeksi tärkeimmäksi sidosryhmäksi valikoituivat rakennusyhtiöt, sillä nämä organisaatiot ovat vahvasti mukana kehittämässä asumisen ja kiinteistöjen energiaratkaisujen suuntaviivoja. Ryhmän sisäisesti organisaatiot priorisoitiin sen mukaan, mikä niiden tämän hetkinen sitoutuminen Skanssin projektiin oli. Kaikilla valikoituneilla rakennusyhtiöllä oli kiinnostusta energiatehokkaaseen rakentamiseen sekä myös uudensuuntaisiin kiinteistöjen energiaratkaisuihin.

Julkisomisteiset kiinteistöyhtiöt edustivat joko vuokra- tai asumisoikeusasumista. Haastatteluihin toivottiin asumisratkaisujen lisäksi myös yritys- ja liikekiinteistöjen näkökulmaa, joten haastatteluihin osallistui kiinteistösijoitusyhtiö ja teollisuuskiinteistön edustaja. Kiinteistösijoitusyhtiöllä on laajaa kokemus yritysten kiinteistö- ja toimitilapalveluista. Teollisuuskiinteistön omistajan edustaja puolestaan toimii pienteollisuuden alla, ja heillä on ollut kiinnostusta osallistua uudensuuntaisten energiaratkaisujen toteuttamiseen.

Haastateltavia organisaatioita valikoitui yhteensä kahdeksan kappaletta. Kaikki haastattelut suoritettiin kasvokkain vapaamuotoisena teemahaastatteluna. Haastattelut suoritettiin huhtikuun ja toukokuun välisenä aikana, ja kaikki suoritettiin haastateltavien omilla toimipaikoilla. Lähes kaikki haastattelut nauhoitettiin, ja muutama haastatteluista kirjattiin ylös muistiinpanoilla. Nauhoitetut haastattelut puhtaaksikirjoitettiin kevyellä litteroinnilla, ja muistiinpanollisista haastatteluista muodostettiin haastattelumuistio. Haastateltavilta pyydettiin julkaisulupaa haastateltavan yrityksen ja yrityksen edustajan nimen julkaisemiseen diplomityössä, mutta diplomityön edetessä kuitenkin päädyttiin vaihtoehtoon, jossa haastateltavat tuodaan esille vain heidän edustamansa alan toimijoina. Haastateltavien tarkemmalla erittelyllä ei katsottu saatavan merkittävää lisäarvoa haastattelujen analysointiin, ja toisaalta anonymiteetin säilyttäminen helpottaa diplomityön avointa julkaisua.

Ennen haastattelua yrityksille esiteltiin lyhyesti haastattelussa käsiteltävät aihealueet ja tavoitteet. Haastattelujen aikana haastateltaville jaettiin joko kahden sivun mittainen esite Skanssin hankkeesta tai Skanssin aluetta esiteltiin Powerpoint esitysmuodossa. Paperista esitettä hyödynnettiin niissä tapauksissa, joissa haastateltavalla oletettiin olevan hyvät perustiedot Skanssista. Esityskalvoja puolestaan käytettiin silloin, mikäli oletuksena olivat vähäiset tiedot Turun alueesta ja Skanssista. Haastatteluja varten muodostettiin haastattelukysymyksistä perusrunko, jota muokattiin jokaista haastateltavaa varten vastaamaan parhaiten heidän edustamaansa toimialaa. Tämä tehtiin sen vuoksi, että

haastatteluja valmisteltaessa havaittiin jokaista liiketoimialaa koskevia erityiskysymyksiä, joihin haluttiin keskittyä jokaisessa haastattelussa erikseen. Haastattelurunkoa muokattiin myös sen mukaan, miten hyvät perustiedot haastateltavalla oletettiin olevan Skanssin alueen kehittämisestä.

Haastattelujen alussa haastateltavien kanssa keskusteltiin kohteena olevan yrityksen toimialaan liittyvistä energia- ja ympäristövaatimuksista sekä niiden merkittävyydestä yrityksille ja asukkaille. Haastatteluissa kartoitettiin yritysten omia kiinteistöihin liittyviä energiahankkeita sekä niiden kehitysprosessia. Lisäksi haastateltaville esitettiin kysymyksiä liittyen kaukolämmön nykytilanteeseen. Tämän jälkeen haastateltaville esiteltiin Skanssin energiahanke ja esitettiin kysymyksiä alueelle suunnitelluista energiaratkaisuista ja niiden toimivuudesta. Haastattelujen perusrunko on esitelty liitteessä.

8.2. Haastattelujen purku ja analysointi

Haastattelun kohteena olevat yritykset edustivat varsin monipuolisesti rakennus- ja kiinteistöyhtiöitä sekä asumisen eri muotoja, joten haastattelujen analysointi oli paikoin haastavaa. Haastatteluissa liikuttiin samojen pääteemojen ja -elementtien ympärillä, mutta haastateltavien erilaiset lähtökohdat tekivät diplomityön haastattelutulosten muodostamisesta haastavaa. Vapaamuotoisella keskustelulla oli mahdollista tarttua yritysten erityispiirteisiin ja kokemuksiin, mutta tekivät vastauksista myös moniulotteisempia. Tehdyn ennakkotutkimuksen kautta haastatteluissa voitiin kuitenkin pureutua haastateltavien referenssikohteisiin, joiden avulla pyrittiin havainnollistamaan erityishankkeisiin yleisimmin liittyviin haasteisiin rakentamisen eri vaiheissa.

Seuraavissa kappaleissa on poimittu haastattelujen ydinteemoja keskittyen Skanssin energiahanketta parhaiten tukeviin aihealueisiin. Näitä ovat erityisesti uusiutuvien lähienergoiden käyttö rakentamisessa, sillä alueelle on tarkoitus rakentaa hajautettua lähienergiantuotantoa, joka olisi mahdollisesti kaukolämmön asiakaan tai kolmannen osapuolen omistuksessa. Skanssin alueen kehittämiseen liittyvät myös olennaisesti kaupunkisuunnittelun ja rakentamisen ohjauskeinojen käyttäminen, erityishankkeiden rahoittaminen sekä myös alueen imagollinen kehittyminen. Lisäksi haastateltavilta selvitettiin myös kaukolämmön nykyisen liiketoiminnan tilannetta.

8.2.1. Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakentamisessa

Rakentamisen uusia energiaratkaisuja pidettiin haastavana, mutta erittäin ajankohtaisena ja tärkeänä aihealueena rakentamisalalla. Haastatteluissa havaittiin, että lähes poikkeuksetta kaikki haastatteluihin osallistuneet yritykset olivat jossain määrin miettineet rakennuksiensa energiaratkaisujen kehittämistä. Hajontaa oli kuitenkin runsaasti, ja vain harva oli halunnut tai pystynyt toteuttamaan vähimmäisratkaisusta poikkeavia ideoita käytäntöön. Osa rakennuksien energiaratkaisujen muutostarpeesta on tullut luonnollisen elinkaarenkautta. Tästä tyypillinen esimerkki on öljylämmityksestä siirtyminen vaihtoehtoiseen lämmitysmuotoon, joka useimmiten on ollut maalämpöön. Yleensä nämä kohteet sijaitsivat jo valmiiksi kaukolämpöverkon ulottumattomissa, joten luontevin ratkaisu olisi siirtyä toiseen lämmitysmuotoon, jota tuotetaan paikallisesti.

Öljyn hinnan laskeminen ja leudot talvet ovat kuitenkin hidastaneet hankkeiden eteenpäinviemistä, sillä akuuttia tarvetta ei ole nähty muissa kuin saneerattavissa kohteissa. Haastateltu pienteollisuuden edustaja kuitenkin mainitsi edellä mainitut perustelut suurimmiksi syiksi vaihtoehtoiseen lämmitysmuotoon siirtymiselle, joka tässä tapauksessa olisi kaukolämpö. Uuteen lämmitysmuotoon siirtyminen on lisännyt samalla kiinnostusta kiinteistön lämmitysjärjestelmien kehittämiseksi, jolloin myös kaksisuuntainen lämpökauppa olisi mahdollista. Teollisuuskiinteistön energiankulutus on ollut nousussa, ja lämmönkulutus on viimeisen neljän vuoden aikana nelinkertaistunut. Leudoista talvista ja öljyn matalasta hinnasta huolimatta lämmityskustannukset ovat nousseet merkittävästi, joka luo painetta vaihtoehtoisen lämmitysmuodon valitsemiselle. Toisaalta tuotantokapasiteetin, ja samalla myös lämmönkulutuksen, kasvaessa kiinteistöistä on saatavilla myös hyödyntämätöntä hukkalämpöä. Tätä olisi mahdollista myydä lämpökaupan avulla, mikä nähtiin yrityksen kannalta erittäin houkuttelevana.

Vaihtoehtoisista energiamuodoista lämpöpumppuratkaisut osoittautuivat haastattelujen perusteella eniten rakennus- ja kiinteistöyhtiöitä puhuttaneeksi aiheeksi. Lämpöpumppuratkaisujen lisäksi aurinkolämpö nousi keskusteluissa esille, tosin varsin varovaisesti. Haastateltavat ovat huomanneet Suomen olosuhteiden olevan keskinkertaiset aurinkolämmön tuottamiselle, mutta sitä pidettiin yleisesti yksinkertaisena ratkaisuna, jonka on kuitenkin vasta kehitysasteella. Asumisoikeusasumisen edustaja oli haastateltavista ainoa, joka oli päättänyt hyödyntää aurinkolämpöä käyttöveden lämmityksessä yhdessä uudiskohteistaan. Ratkaisu oli onnistunut, mutta sen oikeanlainen

käyttäminen on kuitenkin vaatinut lisäresursseja asukkaiden riittävään opastamiseen esimerkiksi lämpimän käyttöveden säätelyssä. Asuntojen kehittyneillä energiaratkaisuilla oltiin kuitenkin saavutettu passiivitalojen energialuokka. Luokituksen saavuttaminen on kuitenkin vaatinut kaikkien kohteen rakentamiseen osallistuneiden sidosryhmien yhteistyötä suunnitteluryhmissä.

Aurinkopaneelit herättivät vähemmän mielenkiintoa aurinkolämpöön verrattuna. Paneeleilta toivottiin entistä parempia sovelluksia, esimerkiksi integrointimahdollisuutta julkisivuihin kattopaneelien sijaan. Monet pitivät myös tärkeänä, että rakennuksesta löytyisi selkeä hyödyntämiskohde paneelien tuottamalle sähkölle. Näitä olisivat esimerkiksi valotaulut tai muu ulkovalaistus. Pienteollisuus piti aurinkoenergiaa hyvänä imagollisena asiana, vaikka he eivät voi sitä suoraan tuotteidensa markkinointiin liittää. Kiinnostusta löytyi myös oman vapaan kattopinta-alan luovuttamiseen aurinkoenergian hyödyntämiselle, vaikka tuotettu energia ei tulisi suoraan kiinteistön käyttöön.

Asumiseen liittyvistä uusiutuvan energian ratkaisuista toivottiin pääasiassa ylläpitokustannusten pienenemistä, mutta ne nähtiin myös kilpailullisena teemana. Vuokra- ja asumisoikeusmarkkinoilla kiinteistöjen ekologiset ratkaisut nähtiin selkeänä kilpailuetuna. Erityisesti odotukset painottuivat nuoreen sukupolveen, jonka katsottiin olevan eniten kiinnostunutta asumisen uusista energiaratkaisuista.

”Mä näen sen oikeastaan niin, että ainoa kova kilpailuetu, joka meillä on, on olla tällainen edelläkävijä tällaisissa energia-asioissa ja tuoda se ihan reilusti julki, että me tehdään tällaisia. Sama kuin nämä nuoret ihmiset, jotka kasvavat täällä, niin tottuivat siihen jo täällä asuessaan.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö A)

”Mä uskon, että sillä on iso merkitys. Tämän päivän ihminen vuokraa tiloja, ja miettii, minne se tulee eli osoitteella on merkitys. Jos tietää, että tässä osoitteessa tehdään asioita hyvin, niin se näkyy mun mielestä myös sekä viihtyvyydessä ja meille parempana vuokrahintana.” (Kiinteistösijoitusyhtiö)

”Ovat [kilpailuetu], oikeastaan olemme koko toimintamme ajan olleet aktiivisia ympäristöasioiden suhteen kaikilla rintamilla. Eli on kilpailuetu ilman muuta.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

Rakennusyhtiöiden puolella näkemykset vihreästä energiasta ja rakennusten ekologisuudesta olivat maltillisempia: hyvin perusteltuina ja pitkien käyttökokemusten kautta ne nähtiin potentiaalisena vaihtoehtona, mutta muutoin kiinnostusta itsenäisiin investointeihin ei ollut. Asumisen kehittyneitä energiaratkaisuja tai ekologisempaa

asumista ei koetta pystyvän laittamaan rinnakkain asunnon sijainnin ja hinnan kanssa, jotka ovat tällä hetkellä merkittävimmät asunnonostajan valintakriteerit. Vaatimusten pitäisi tällöin tulla urakoinnin tilaajalta tai asunnon tulevilta ostajilta.

Kukaan haastateltavista ei maininnut rakennusten kehittyneiden energiaratkaisujen olevan tärkeä sijoitus asunnon arvon säilymisen kannalta. Haastateltavat kuitenkin tiedostivat, että rakentamismääräykset tulevat kiristymään ja hajautetut energiamuodot tulevat olemaan osa tulevaisuuden rakentamista. Kokemusperäisyyden puuttuminen kumoo kuitenkin halun ottaa esimerkiksi aurinkolämpö osaksi rakennuksen energiajärjestelmää. Pidemmälle kehittyneitä energiaratkaisuja rakentamisessa oltaisiin valmiit tekemään, mikäli asiakas osaisi sitä pyytää ja tahtotila olisi selvä. Kohteet tulisi siten luokitella erityishankkeiksi. Tällä hetkellä paine ei kuitenkaan ole merkittävä, vaan se syntyy rakentamismääräyskokoelman kautta.

''Kyllä on [kilpailuetu], mutta moni muu asia menee edelle. Tuskin kenellekään ensimmäisenä päättävänä tekijänä on se, mistä saa ekotehokkaimman asunnon ja sitten vasta sijainti ja hinta. Jos ratkaisut pysytään järkevällä rahalla ostamaan, niin kyllä ihmiset ovat kiinnostuneita. Tuskin on kenelläkään päätöksentekoa haittaava tekijä.'' (Rakennusyhtiö A)

''Ylläpitovuokran pitää olla selkeästi pienempi. Siinä pitää pystyä osoittamaan, että jos se on normaalisti neljä euroa, niin nyt se on kaksi. Sitten ihmiset rupeaa ihmetteleen, että tossa on ideaa.'' -- *''Meidän asuntomyyjä osaisi varmasti vastata tähän paremmin. Ehkä tohon ei ole vielä tarpeeksi pitkää track recordia, että pystyisi sanomaan. Turussa kuitenkin myymisen volyyymi on sen verran pieni, että sä et pysty tekeen kauhean tarkkaa markkina-analyysiä, että mitkä kämpät on nyt myynyt ja mitkä ei. Niissä on niin monia syitä, että miksi joku kohde myy nopeammin ja miksi joku toinen ei. Yleensä se on kyllä se sijainti ja hinta, mitkä siihen vaikuttavat eniten. Nyt kuitenkin hirveästi puhutaan siitä että meidän ikäinen nuorempi sukupolvi olisivat ekotietoisempia ja kiinnostuneita ympäristöstä ja tekisivät myös valintoja sen perusteella. Mutta itse koen, että se rajoittuu enemmän kuitenkin siihen kaupassa käymiseen.''* (Rakennusyhtiö B)

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että rakentamisala kaipaa pilottikohteita ja avointa keskustelua energiaratkaisujen toteuttamisesta. Kokemusperäisyyden puuttuminen rajoittaa investointien tekemistä, jolloin rakennuksen suunnitteluvaiheen sidosryhmätyöskentelyn merkitys kasvaa entisestään. Tietyistä ratkaisuista on mahdollisuus tehdä simulointimalleja, mutta käytännön toteuttaminen olisi energiaratkaisujen yleistymisen kannalta tärkeää.

Yksinkertaisia hybridiratkaisuja kohtaan oli kuitenkin havaittavissa selkeää kiinnostusta sekä kiinteistö- että rakennusyhtiöillä. Osalla yrityksistä oli myös käytännön kokemusta esimerkiksi lämmöntalteenottojärjestelmistä. Vuokra- ja asumisoikeusasumisen yritykset olivat ottaneet näitä käyttöön uudiskohteessa tai laajan peruskorjauksen yhteydessä. Julkisomisteisten kiinteistöyhtiöiden puolella oli kokemusta aurinkolämmön lisäksi myös kaukolämmön paluuveden hyödyntämisestä lämpökaivoissa sekä käyttöveden lämmityksestä aurinkolämmöllä. Molemmat ratkaisut on tehty räätälöidysti kohteen erityispiirteet tarkasti huomioiden. Tämän on todettu olevan tärkeä osa rakennusten energiahankkeita, jolloin voidaan varmistua kohteen soveltuvuudesta valitulle ratkaisulle. Sama tekniikka ei sovellu kaikkiin kohteisiin, jolloin tapauskohtainen käsittely on tarpeen. Asia on otettava huomioon myös hajautettua lähilämpöä harkittaessa osana kaksisuuntaista kaukolämpöverkkoa.

Rakennusyhtiöistä rakennusyhtiö B ei ollut harkinnut tutkivansa tai ottavansa käyttöön hybridiratkaisuja, mutta rakennusyhtiössä A oli puolestaan havaittu varovaista kiinnostusta asiaa kohtaan. Rakennusyhtiö C puolestaan totesi, että rakennusala on menossa kohti uudenlaisia energiaratkaisuja, mutta niiden ottaminen mukaan ilman laaja-alaista testausta ja käytännön kokemusta on vaikeaa. Keskimääräisesti rakennusyhtiöillä oli kiinnostusta pohtia uusia asumisen energiaratkaisuja, mutta niiden mukaan ottaminen käytäntöön tapahtuu hyvin hitaasti.

Haastatteluissa ei havaittu selkeää syytä, miksi yritykset olivat kiinnostuneita juuri hybridiratkaisuihin. Haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että kaukolämpö on toiminut moitteettomasti, yritykset ovat siihen palveluna tyytyväisiä ja he kokevat sen olevan luotettava lämmitysmuoto. Siitä huolimatta kiinnostusta löytyi esimerkiksi maalämpöön myös sellaisilla alueilla, jotka ovat kaukolämpöverkon piirissä. Kaukolämpöön verrattuna suurista maalämpöhankkeista on vähän referenssikohteita ja joissakin tapauksissa on ollut ongelmia käyttöönottovaiheessa. Lisäksi maalämmön investointikustannukset ovat suuret. Suurten kiinteistöjen kiinnostusta hybridiratkaisuihin tulisi tutkia tarkemmin, sillä syyt eivät olleet selkeästi löydettävissä. Ne voivat liittyä esimerkiksi mielikuvaan hinnan ja ekologisuuden välisestä suhteesta, riippumattomuudesta muuhun energiainfrastruktuuriin tai kaukolämmön hinnoittelusta. Hajautetun tuotannon alimitoittaminen aiheuttaa ongelmia kaukolämpöjärjestelmän optimoinnille, joten yhteisten ratkaisujen löytyminen olisi tärkeää.

Energiantuotantoratkaisuja tärkeämpänä kehityskohteena pidettiin kuitenkin mittarointitekniikan kehittämistä. Tätä painottivat kaikki haastatellut yritykset. Sen avulla koettiin saatavan selkeitä kustannussäästöjä sekä parempaa tietoa kiinteistöjen tilasta ja mahdollisista häiriöistä. Mittaroinnin parantamisella ja kiinteistöautomaatiolla koettiin vaikutettavan erityisesti asuntojen liian korkeaan lämpötilaan. Lisäksi parantuneen mittaroinnin myötä toivottiin, että sääätömahdollisuus painottuisi yhtä enemmän isännöitsijälle tai kiinteistön omistajalle. Mittarien kehittyneen tekniikan avulla toivottiin myös saatavan entistä enemmän tallennettavaa tietoa kiinteistöistä. Mittarointitekniikan sekä sitä kautta saatavan tiedon kerääminen ovat olennainen osa älykästä kaukolämpöjärjestelmää, jolloin näiden kehittäminen tulisi laittaa yhdeksi ensisijaisista alueista uutta kaukolämpöjärjestelmää kehitettäessä. Tällöin saadaan myös kiinteistöjen omistajien tarpeita palvelevia ratkaisuja. Mittaroinnin kehittämisestä on mahdollista kehittää myös yhtä kaukolämpöliiketoiminnan laajentamisen osa-alueita, johon on mahdollista kehittää myös yhteisiä palvelukonsepteja.

''Me haluttaisiin näyttää asiakkaalle millaista työtä me tehdään, mutta se ei onnistu ilman mittarointia. Me haluttaisiin, että aulassa olisi näyttö, missä voitaisiin kertoa miten olemme onnistuneet. Vähän peukku ylös tai alas periaatteella, eli miten ollaan onnistuttu, miten paljon on mennyt vettä ja sähköä, kuinka paljon on kylmää tai lämpöä tuotettu, ehkä esimerkiksi verrattuna viimevuoteen tai johonkin muuhun rakennukseen. Me haluttaisiin, että samalla kun menee lounaalle, niin näkee, että kaikki näyttää vihreetä. Tai jos näyttää punaista, niin se olisi sitten vähän huonoa. Se mitä ollaan huomattu, niin meille ei ole kertynyt historiadataa mitä rakennukset ovat käyttäneet. Nyt sitä vasta on kerätty pari vuotta ja koko aika mittarointia kehitetään sekä sähköön että lämmön ja kylmän ostoon.'' (Kiinteistösijoitusyhtiö)

Mittarointitekniikan todettiin kehittyneen viimeisien vuosien aikana valtavasti, mikä on näkynyt myös mittarien kustannusten alenemisena. Tekniikan nopeaa kehittymistä ei kuitenkaan katsottu hyvällä kaikilla osa-alueilla. Erityisesti talotekniikan ja -automaation nopea kehittyminen mietitytti haastateltavia. Uusi tekniikka luo paljon uusia mahdollisuuksia, mutta rakennuksen suunnitteluvaiheessa valittujen ratkaisujen pelättiin vanhenevan nopeasti. Tämä korostuisi erityisesti suurissa rakennushankkeissa, jossa alueelle rakentuisi kiinteistöjä yksi kerrallaan.

''Jos lyöt tekniikan kiinni 10 vuotta sitten, niin mietit esimerkiksi automaatiojärjestelmää, niin 10 vuotta on pitkä aika. Eli kuinka tarkkaan kannattaa asioita sopia, sillä rakentaminen ei mene päivässä tai kahdessa eteenpäin. Jos otetaan perinteinen rakentamistapa, niin taloja tulee 1-2 kappaletta vuoteen, niin tekniikka ehtii muuttua kymmenennen talon kohdalla.'' (Rakennusyhtiö A)

Julkisomisteisen kiinteistöyhtiö B:n uudiskohteessa puolestaan ei haluttu huolestua seuranta- ja mittauslaitteiden sekä järjestelmien nopeasta kehittämisestä, sillä haluttu ratkaisu olisi joka tapauksessa valittava, mikäli päätös ratkaisuun sijoittamisesta on tehty. Tällöin käytettäisiin parasta saatavilla olevaa tekniikkaa ja ratkaisua, joka sopisi myös asunnon kustannusraameihin.

''Kyllähän se uhka aina on, ihan kuin uutta autoakin ostaessa. Eli kyllä mietimme asiaa, mutta emme kiinnittäneet asiaan sen kummemmin huomiota.'' --
''Kotona/poissa kytkimet ja LTO-laitteet toki kehittyvät koko ajan. Se oli vain pakko hyväksyä, eli tehdään niitä, mitä markkinoilta löytyy ja jotka sopivat meidän kokonaishintaraamiin. Sen hetkisen parhaan tiedon ja parhaiden vaihtoehtojen mukaan edetään. Sen mukaan se täytyy tehdä, koska ei se odottamalla parane.''
(Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

Rakennustekniikan ja asuntoihin asennettavat teknologian kehityksen koettiin pääasiassa tuovan etuja sekä rakennuttajalle että kiinteistön omistajalle. Kustannussäästöjen, ohjattavuuden ja tallennettavan tiedon ohella rakentamisen uusia energiaratkaisuja tai niiden kehittämistä voitiin perustella tietyissä määrin myös imagollisilla tai viihtyvyyttä parantavilla arvoilla. Kuitenkin kuten aikaisemmin mainittiin, tätä painotettiin vasta kiinteistöyhtiöiden ja -sijoitusyhtiöiden puolelta.

Edistyneillä ratkaisuilla haettiin tarinallisia ja arvostusta tuovia mielikuvia, joilla saadaan herätettyä tulevan asukkaan tai asiakkaan mielenkiintoa. Tämä on yksi osa-alue, jonka hyödyntämistä voitaisiin myös pohtia energiayhtiön näkökulmasta sen eri liiketoiminta-alueilla. Inhimilliset piirteet ja tarinallisuus ovat edelleen tärkeässä osassa asiakasyhteistyössä, ja henkilökohtaisuus voi olla myös tapa erottua muista yrityksistä ja kilpailijoista.

''Mä uskon, että meidän hommalla on myös tarina. Joku halua helposti nopeat voitot tai tylsää arkkitehtuuria, niin mikään ei kehity silloin. Siinä se mun mielestä on. Sitten kun siitä tulee mielenkiintoinen, niin myös se kohteen tuotot on paremmat.'' (Kiinteistösijoitusyhtiö)

Vaikka haastateltavat olivat yhtä mieltä uusista energiaratkaisujen ja niiden kehittämisen tärkeydestä, niin näiden asioiden edistäminen koettiin kuitenkin hankalaksi. Yksi puhutuin asia, joka vaikuttaa merkittävästi jokaisen rakennuttajan toimintaan ja kaikkeen nykyrakentamiseen, on rakentamismääräyskokoelma. Se koskee pääasiassa uusien rakennusten rakentamista, ja se sisältää täydentäviä osioita maankäyttö ja -rakennuslakiin sekä asetukseen. Rakennusyhtiöiden näkökulmasta rakentamismääräyskokoelma on nykyisellään varsin vaativa, ja sen tason nostamista pidettiin rakentamista hankaloittavana

tekijänä. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että sen vaikutukset ulottuvat pitkälle rakentamisen eri vaiheisiin, jotka puolestaan syövät resursseja. Tämän koettiin olevan pois esimerkiksi juuri energiaratkaisujen kehittämisestä. Muutoksia nykyiseen kokoelmaan on kuitenkin tulossa vuonna 2018, jolloin asetukset tulevat uudistumaan vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutosten mukaisesti. (Ympäristöministeriö, 2012)

Rakentamista koskevien määräysten entisestään tiukentuessa monet haastateltavat pitivät jo nykyistä minimitasoa riittävänä ja varsin haastavana. Määräysten muuttaminen on näkynyt erityisesti rakentamisen kokonaiskustannusten kasvuna, sillä esimerkiksi erilaisten lupien ja määräysten täyttäminen vievät resursseja varsinaiselta rakentamiselta ja sen kehittämiseltä. Tämä on vähentänyt kiinnostusta lähteä oma-aloitteisesti kehittämään rakennushankekohtaisia ratkaisuja, jotka poikkeavat peruslinjasta. Uusia ratkaisuja voidaan yrittää hivuttaa mukaan kustannuksiin, jotka tarkoittavat lähinnä pienten investointien tekemistä. Näille investoinneille tulee kuitenkin olla selkeät tekniset perustelut, jotka osoittavat investoinnin tuomat säästöt sekä takaisinmaksukyvyyn. Halukkuus investoinnin tekoon laskee hyvin nopeasti, mikäli ratkaisun kannattavuutta ei voida osoittaa yksiselitteisesti. Tällöin siis ympäristölliset argumentoinnit eivät riitä, vaan energiasäästötoimien on tuotava myös kustannussäästöä.

Tämä ei kuitenkaan johdu yksinomaan rakennusalan varovaisuudesta, vaan asiakkaille on usein vaikeaa myydä ratkaisuja vain ympäristöä säästäväillä perusteluilla. Energiaratkaisuun tehdyn lisäinvestoinnin näkyminen asunnon korkeampana hintana voi huonoimmassa tapauksessa saada tulevan ostajan vetäytymään, mikäli ostajalla ei ole hallussa riittävästi tietoa.

''Aika pitkälle rakentamismääräyskokoelma sen [rakentamisen tason] määrittelee, että eihän me itse laiteta lisää villaa kuin sen mitä laki vaatii. Tälläkin hetkellä sitä on jo ihan riittävästi.'' -- *''Tavallaan meillähän on asioita viranomaismääräysten kautta mitä pitää tehdä, mikä tekee rakentamisesta aika kallista. Tällä hetkellä se tekee ikään kuin tulppaa, kun määräykset ovat tiukentuneet niin nopeasti, niin kämppien hinnat ovat senkin myötä nousseet aika nopeasti. Rakentamisen kustannukset ovat nousseet.''* -- *''Tavallaan näissä pitää aina löytää se kultainen keskitie, että kustannukset pysyvät aisoissa, että saadaan hankkeita käyntiin ja alue oikeasti kehittyä, mutta sitten pikku hiljaa hivuttaa sinne jotain tällaisia elementtejä mukaan. Sellaisia fiksuimpia, mitkä nähdään että mistä on hyötyä ilman, että investoinnit ovat hirveän suuria. Se on oikeasti hirveän vaikea investoida sokkona mihinkään ilman, että tiedetään saadaanko mitään takaisin. Nyt kustannustaso on niin korkea, että investointeja pyritään kaikin keinoin painamaan alas''*
(Rakennusyhtiö B)

''Ne ovat enemmän pieniä rakennusliikkeitä, eli suurissa rakennusliikkeissä on tekniikkataso rakennusmääräyskokoelman minimitasoa. Eivät ne tällaisia tee.''
-- ''Helsingissä ja kehä kolmosen sisällä on tehty, mutta siinä se on Suomen mittakaavassa. Ja asuntojen hintataso ei ole suhteessa investointitasoon, silloin se on ihan eri juttu jos laittaa jotain parempaa satasen neliöihin ja saa sitä kautta mainetta, niin silloin se on ihan ok.'' -- *''Laatutaso on kiinteistöautomaatiossa minimi. Vesi- ja sähkömittarit ovat ihan perinteisiä mitä kaupasta saa.''*
 (Rakennusyhtiö A)

''No periaatteessa alan yleisenä ongelmana on, että kun olemme julkisen alan yksikkö ja teemme julkisen puolen hankintoja, niin joudumme laittamaan määrääväksi tekijäksi halvimman hinnan. Se näkyy myös rakennuksen laatutasossa, eli kun hinnan kanssa kilpaillaan, niin laatutaso ei voi nousta korkeaksi. Eli asia on kyllä selkeästi näkyvillä.'' (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

Rakennusteollisuutta on perinteisesti pidetty varsin muutoksia vastustavana teollisuudenalana, jossa pyritään välttelemään riskejä (Tekes 2014). Rakennuttajien näkökulmasta rakennusmääräyskokoelman minimitaso onkin usein paras vaihtoehto, jota vain harvoin halutaan lähteä muuttamaan. Mikäli määräyskokoelmasta poikkeavaa muutosta haluttaisiin tapahtuvan, niin vastuuta tulisi vierittää yhä enemmän kuluttajalle, jonka roolia ratkaisujen tekijänä sekä muutoksen suuntaajana tulisi korostaa. Minimitalon nostaminen olisi mahdollista toteuttaa markkinavetoisin voimin, jolloin kuluttajan valta asumisen energiaratkaisuissa toimisi voimakkaana ajurina.. Markkinalähtöinen kehittäminen rohkaisisi rakennusyhtiöitä kehittämään yhä parempia ratkaisuja, sekä muodostaisi luonnollista kilpailua ja painetta asunto- ja vuokramarkkinoille kehittämään parempia asumisen energiaratkaisuja.

''Se on varmasti siitä, että siitä haetaan kustannustehokkuudelle minimi. Toisaalta, voisiko se myös olla niin, että asiakkaat eivät osaa pyytää. Ei ole vielä sellaista, että iso vuokralainen osaisi sanoa, että me ei tulla, mikäli asia ei ole näin. Esimerkiksi asiakas sanoisi, että pitää olla D-luokkaa.'' -- *''Siinä vuokralainen asetti rajan. Mä uskon, että sitä mukaan, kun ihmiset miettivät kotejaan ja miten haluavat asua, niin se tulee myös työpaikoille. Halutaan mennä sinne, missä asiat ovat hyvin tai vähän paremmin kuin naapurilla. Sitten kun ihmiset rupeavat pyytämään, niin ei enää riitä rakentamismääräyskokoelman minimi.''*
 (Kiinteistösijoitusyhtiö)

''Sitten taas ajatellaan, että meillä gryndereillä on kauheaa valta, että mitä sinne tulee, mutta ei se valta oikeasti ole meillä, vaan se on asiakkailla. Me tehdään sinne missä on se markkina, miten se markkina vetää tai miten se vastaa. Me ollaan tavallaan pakotettuja siihen tekemään se tuote.'' (Rakennusyhtiö B)

Energiankulutuksesta kiinnostuneiden asukkaiden joukon todettiin olevan varsin pieni, mutta he ovat usein keskivertoasukasta valmiimpia vaikuttamaan omaan kulutukseensa myös omatoimisesti. He haluavat tietää, millä heidän asuntonsa lämpiää, miten he kuluttavat energiaa sekä miten omiin kulutustottumuksiinsa voidaan vaikuttaa. Tähän kuitenkin toivotaan useimmiten hyvin yksikertaisia ja helppoja ilmaisutapoja. Keskiverto asunnon ostaja tai vuokra-asukas kuitenkin edelleen toivoo, että suurin osa energiankulutuksen hallinasta tapahtuu kiinteistöyhtiön tai isännöitsijän toimesta. Haastattelujen perusteella rakennus- ja kiinteistöyhtiöt kuitenkin pitävät tätä usein myös hyvänä ominaisuutena, jolloin esimerkiksi ilmastoinnissa hallinta on pelkästään kiinteistöhuollolla. Haastateltavien mukaan asukkaiden energiankulutuksen tiedostamista tulisi kuitenkin parantaa, jolloin säästöjä voitaisiin tehdä myös yleisemmin lämmityksessä ja vedenkulutuksessa.

Yksi tehokkaimmista viestintätavoista on kulutuksen reaaliaikainen seuraaminen ja tiedottaminen, jonka älykkäät kaukolämpöjärjestelmät mahdollistaisivat. Reaaliaikaisella tiedottamisella on myös yhteys kysyntäjouston mahdollistamiseen, jossa kulutuksen säättäminen tulisi tapahtua yksinkertaistetusti. Kulutuksen mittarina voidaan energiamäärien sijasta käyttää myös euromäärä, jotka haastateltavien mukaan viestisivät tehokkaammin kuin kWh-lukemat. Lisäksi tietoa omasta energiankulutuksesta pitäisi olla nopealla silmäyksellä saatavissa, jossa hyödynnetään esimerkiksi värejä tai symboleja kuvaamaan vallitsevaa kulutustilannetta.

Monimutkaiset järjestelmät palvelevat paremmin pienempää kuluttajaryhmää, mutta heillä korkeampi on potentiaali järjestelmän monipuoliseen hyödyntämiseen. Nämä kuluttajat toivovat yksityiskohtaisempaa viestintää esimerkiksi kulutushistoriasta, päästöistä tai energiamarkkinoiden kehityksestä. Asukaslähtöisellä rakentamisella ja kaukolämpöliiketoiminnalla voidaan selvittää asiakkaiden tarpeisiin sopiva taso myös Skanssissa. Energiankulutuksen seuraamisen toteutustapaan ja sen helppoon tulkitsemiseen tulee kuitenkin kiinnittää erityisesti huomiota. Haastattelujen perusteella voitiin todeta, että myös yleisellä tasolla yrityksistä löytyy varovaista mielenkiintoa energiankulutuksensa seuraamisen kiinteistöissä. Asunnon ostajien esittämät vaatimukset kuitenkin vauhdittaisivat näiden kehittämistä..

Räätälöidyillä kohdekohtaisilla ratkaisuilla tuntui haastattelujen perusteella oleva suuri merkitys. Suurin osa haastateltavista painotti, että kaikkien kiinteistöjen uusien

energiaratkaisujen pitää olla usein erittäin hyvin perusteltuja sekä niistä pitää pystyä selkeästi osoittamaan, miksi niiden valitseminen kohteeseen olisi kannattavaa. Tähän pystytään helposti vaikuttamaan esimerkiksi osoittamalla asukkaalle tai kiinteistöyhtiölle, kuinka paljon hän on valinnoillaan säästänyt tai vaihtoehtoisesti kuluttanut enemmän energiaa valitsemalla tietyn ratkaisun tai kulutuskäyttäytymisen. Raha ja säästäminen toimivat parhaimpina kannustimina, mikä on todettu jo aikaisemmin siirryttäessä asuntokohtaiseen vesimittaukseen ja laskutukseen (Ympäristöministeriö 2009, 15) (Korjaustieto 2015).

Hyvällä kiinteistöyhtiöiden omalla tiedottamisella koettiin olevan tärkeä merkitys vaikutettaessa asukkaiden kulutustottumuksiin. Erilaisilla tiedotusvälineillä pystytään lisäämään asukkaiden tietoisuutta energiakulutuksesta sekä omista vaikutusmahdollisuuksistaan kulutukseen. Parhaiksi tiedotusvälineiksi julkisomisteisten kiinteistöyhtiöiden sisällä koettiin tiedotus- ja asukaslehdet, asukasdemokratia sekä erilaiset asukasaktiivien ryhmät. Tiedotusvälineiden kautta pyritään vaikuttamaan asukkaiden kulutustottumuksien hajonnan pienenemiseen sekä tuomaan yleisellä tasolla paremmin tietoa asunnon energiankulutuksesta sekä erilaisista energiaratkaisuista. Tällä hetkellä kulutustottumukset vaihtelevat asunnon käyttäjien välillä runsaasti.

”Meillä on ollut koko yhtiön historian ajan perinne, että meillä on kritiikkiryhmän nimellä menevä asukasryhmä. Ensinnäkin meillä on hyvin aktiivinen vuorovaikutus asukkaiden ja asukashallinnon kanssa, se on hyvin organisoitunut ja alusta asti on ollut kritiikkiryhmä, joka siinä hengessä, että asukkaat osallistuisivat tulevien asuntojensa suunnitteluun.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

”Kyllä meillä on ollut ns. energiaeksperti toimintaa aikaisempina vuosina ja nyt ollaan elvyttämässä sitä uudelleen. Olemme lanseeranneet kampanjan energiansäästövuosille. Kolme seuraavaa vuotta ovat energian kulutukseen ja säästämiseen keskittyviä vuosia. Siihen on varauduttu, että tämmöistä asukasaktiivisuutta lisätään ja tiedotetaan asioista myös asukkaille.” -- ”Meillä on asukasneuvosto, joka kokoontuu asukasdemokratia-nimellä. Heidän suunnasta aina tulee viestiä tasaiseen tahtiin, eli kiinnostusta on ja viestiä kulkee myös tännepäin. Jaamme myös asukaslehteä, jossa on juttua energiansäästöasioista ja neuvotaan myös sitäkin kautta.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

Vuokra- ja asumisoikeusasunnoissa tiedottaminen toimii varsin hyvin, mutta Skanssin kaltaisissa asuinalueissa tulisi asunto-osakeyhtiössä löytyä omakohtaista kiinnostusta sisäisen tiedottamisen kehittämiseen. Lisäksi haastateltavista suurin osa mielsi yksityisten sekä julkisten kiinteistöyhtiöiden kanssa käytävän yhteistyön helpommaksi kuin asunto-osakeyhtiöiden kehitettäessä esimerkiksi taloteknisiä ratkaisuja. Asunto-osakeyhtiöissä

koettiin olevan enemmän vaikuttavia osapuolia, jolloin konsensuksen löytäminen voi olla haastavaa. Tähän tekevät kuitenkin poikkeuksen rakentamisen erityiskohteet kuten ryhmärakentamishankkeet.

Haastatteluissa rakennusyhtiöissä aiheutti huolta myös grynderivastuu. Perustajaurakoitsijalla on kymmenen vuoden vastuu rakennuskohteen toteuttamisesta hyvän rakennustavan mukaisesti. Urakoitsijan tulee tällöin välttää materiaaleja ja ratkaisuja, joista on rakentamishetkellä vain vähän kokemusperäistä tietoa. Tämä vastuu ajaa rakennusyhtiöt tekemään mahdollisimman riskittömiä ratkaisuja, jolloin ulkopuolelle usein jäävät monet energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian ratkaisut. Tämän koettiin olevan merkittävä hidaste uusia asumisen energiaratkaisuja pohdittaessa.

” Syy miksi he [rakennuttajat] eivät ole kiinnostuneita selvittämään on, että rankaistaan kymmenen vuoden vastuulla piilevistä virheistä. Jos ei se toimikkaan, niin hommaavat sinne uudet releet ja tekevät hommat uudestaan. Siinä kauppalaki on aika mukava. Siksi he eivät halua lähteä tekemään mitään kokeiluja. Pysyvät tutussa ja turvallisessa kun tietävät, että niistä ei tule reklamaatioita. ”
(Rakennusyhtiö A)

”Tavallaan tässä on myös se, että kun uutta ehdotetaan tai asiakirjoihin laitetaan, niin urakoitsijan on melko vaikea lähteä sitä vaihtamaan. Helpommin tämmöiset vaihdot käy esimerkiksi matto tai seinän maali tai jokin vesikaluste, niin se on heidän helpompi lähteä syrjäyttämään ja vaihtamaan tuotetta. Mutta kun otetaan tämmöinen spesiaali tuote, joka määritellään sinne, niin sen vastaavuuden osoittaminen, mikä jää urakoitsijan vastuulle, niin se on niin paljon vaikeampaa, jolloin yleensä he helpommin laittavat sen tuotteen, mikä sinne on määritelty kuin he lähtisivät sitä vaihtamaan. ” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

Mikäli kuitenkin rakennushankkeeseen halutaan ottaa uusia asumisen energiaratkaisuja, niiden tulee olla hyvin perusteltuja ja tutkittuja. Haastateltavat painottivat erityisesti kiireetöntä suunnittelutyötä, jolloin olisi paras mahdollisuus tutkia erilaisia vaihtoehtoja, jotka sopisivat parhaiten kyseiselle yritykselle. Samoin oikeiden yhteistyökumppanien löytäminen on osoittautunut paikoin haastavaksi. Rakentamisen erityishankkeissa tulisi siis keskittyä sidosryhmien löytämiseen ja yhteisten suunnittelutilaisuuksien järjestämiseen. Esimerkiksi Skanssissa on tontinluovutusehtojen ehtoihin päädytty yhteistyössä rakennuttajan kanssa ja niiden toteutumista jatketaan yhteistyössä. Lisäksi suunnitteluvaiheessa on mahdollisuus järjestää työpajoja sekä etsiä alueelle sopivia ratkaisuja eri sidosryhmien edustajia haastatellen. Näitä voivat olla esimerkiksi paikallinen energiayhtiö, energia-alan yritykset, rakennusyhtiöt sekä asukkaiden edustajat.

”Silloin kun käynnistettiin kilpailullinen neuvottelumenettely, niin kaikenlaisia teknologiatarjoajia oli lämmitysjärjestelmään ja ilmanvaihtoon ym. Sellaista pikku tilpehөөirin ja muiden oleellisten rakennusosien tarjoajia oli kyllä hyvin, mutta rakennusliikkeitä oli hämmästyttävän vähän. Meidän oma johtopäätös oli se, että perinteiset urakoitsijat eivät olleet halukkaita kilpailulliseen neuvottelumenettelyyn tulemaan mukaan. Siinä vaiheessa kun olisi pitänyt käydä avointa dialogia, että meillä olisi tavoitteita ja ongelmia, ja jokaisen olisi pitänyt kertoa miten he ratkaisisivat ongelmat. Jotta oltaisiin voitu rakentaa näistä ongelmien ratkaisuihin optimaalisen kokonaisuus, niin tällaiseen avoimeen dialogiin he eivät olleet halukkaita.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

”Yllättävän usein vain kun yritetään saada tommoista kehiin, niin homma kaatuu siihen, että ei toimittajillakaan ole osaamista.” – ”Enhän mä voi ostaa, ellei meillä ole jotain suunnitelmia. Tuntuu hoopolta, että me alettaisiin suunnittelemaan heidän juttujaan. Sama juttu tämä aurinkopaneeli homma. Hyvää ja kaunista puhutaan, mutta sitten kun sitä tarvitsisi saada tekemään, niin ei sellaista ole vielä.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö A)

Rakennusyhtiöt voivat kerryttää omaa kokemusta myös riskittömämmin urakoimalla kiinteistöyhtiöille, jolloin uudenlaisista energiaratkaisuihin mahdollisesti muodostuva myyntiriski jää kiinteistöyhtiölle. Samalla kiinteistöyhtiöt pystyvät rakennusyhtiöitä helpommin hallinnoimaan kiinteistöjä rakentamisen jälkeen. Olennainen osa kiinteistöyhtiöiden toimintaa on asuntojen käytön ja kulutuksen seuraaminen. Asunto-osakeyhtiössä tämä jäisi todennäköisimmin isännöitsijän tehtäväksi.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että pilottikohteille ja referenssihankkeille on olemassa. Näitä tarvitaan rohkaiseviksi esikuviksi, jolloin vastaavanlaisten uusien ideoiden ajaminen rakennusprosesseissa aina lopputuotteeseen asti helpottuisi. Samalla osallistuvilla organisaatioilla olisi mahdollisuus kerryttää kokemusta uusien ratkaisujen kehittämisestä, ja parhaassa tapauksessa tätä tietoa saadaan myös jaettua muille rakennushankkeen ulkopuolisille organisaatioille.

8.2.2. Kaupunkisuunnittelu

Turun kaupunki on päättänyt käyttää tontinluovutusehtoja Skanssin asemakaavoitusprosessin toteutusvaiheessa. Skanssissa on hyödynnetty neuvottelumuotoista tontinluovutusprosessia. Tontinluovutusehtoihin liitettyä energialiitettä on valmisteltu yhdessä Turku Energian kanssa, ja sen sisällöstä on sovittu yhdessä rakennuttajan kanssa. Energialiitteeseen on sisällytetty rakentamisen energiaratkaisuihin liittyviä kohtia, joissa sopimuksen osapuolet tunnustavat Skanssin alueen merkityksen Turun uutena asuinalueena, jossa pyritään kehittämään uusia energian

tuotantoon, käyttöön ja seurantaan liittyviä ratkaisuja. Energialiitteellä sitoudutaan siis yhteistoimiin, joilla kehitetään alueen energiaratkaisuja.

Haastateltavilta tiedusteltiin yleistä näkökantaa tontinluovutusehtoihin sekä uudenlaiseen kaupunkisuunnitteluun, jossa neuvottelumenettelyin pyritään kehittämään hanketta yhdessä rakennuttajan kanssa. Skanssin energialiitettä ei esitelty haastateltaville johtuen sen yksityiskohtaisuudesta, vaan haastateltaville kerrottiin lyhyesti liitteen muodosta ja sen sisältämistä kohdista. Haastateltavat pitivät tontinluovutusehtoja hyväksyttävänä kaupunkisuunnittelun ratkaisuna, mutta painottivat ehtojen sisältämää neuvotteluvaraa sekä molempien osapuolien keskinäistä tahtotilaa ratkaisujen toteuttamiseen. Liian tiukkojen ehtojen ja neuvoteltavien kohtien vähyys koettiin pelästyttävän erityisesti rakennuttavan osapuolen pois.

”Niin, kovin tiukat pelisäännöt tai velvoittavat toimintatavat eivät kuulosta hyvälle, ei kuulosta nykyaikaiselta kun pitäisi olla valinnanmahdollisuuksia. Se, että on uusiutuvia energiamuotoja, niin niiden täytyy olla kilpailukykyisiä olemassa olevien vaihtoehtojen kanssa. Tietysti kehitysvaihe on aina sellainen, että kilpailukykyisyys voi olla vähän niin ja näin.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

Ajatus tontinluovutuskilpailusta sai varovaista positiivista kannatusta. Tässäkin liian tiukkojen ehtojen todettiin mahdollisesti pelästyttävän potentiaaliset rakennuttajat pois. Tontinluovutuskilpailua hyödynnettäessä kaupungin on tunnusteltava tilannetta hyvin etukäteen sekä esitettävä asiat yhteistyöllisin merkein. Haastateltavien mielestä tontinluovutuskilpailulla olisi mahdollista päästä suoraan optimaaliselle rakennuttamisen tasolle, jonka myös perustajaurakoitsijat näkisivät kilpailukykyiseksi. Ennen itse tontinluovutuskilpailua olisi kuitenkin pohdittava työpajojen tai keskustelutilaisuuksien järjestämistä, jolloin todellinen taso saavutettaisiin nopeasti. Tällöin myös rakennusyhtiöillä olisi mahdollisuus vapaasti kommentoida ratkaisuja ilman sidonnaisuuksia sekä tarjota omia ratkaisujaan toteutettavaksi. Neuvotteluvaraa tulee kuitenkin jättää molemmille osapuolille.

”Kyllähän se jos saadaan porukkaa siihen kisaan lähtemään, niin nehän on ihan realistiset. Mutta jos käy niin, ettei ketään osallistu kilpaan, niin sitten vain täytyy muuttaa ehtoja. Tontinluovutuskilpailu on ihan hyvä keino uittaa niitä. Silloin se kokee sen markkinan, että kuinka paljon se gryndereiden mielestä kestää.” (Rakennusyhtiö B)

Haastateltavat näkivät kaupungin aseman erittäin tärkeänä Skanssin kaltaisissa uusissa asuinaluehankkeissa. Kaupungin aktiivisuudella ja hyvällä yhteistyöllä koettiin saatavan

suoraa tukea rakennushanketta toteuttavan osapuolen omille ideoille. Lisäksi toivottiin, että kaupungin ja rakennuttajien yhteistyötä kaavoitusvaiheessa lisättäisiin. Tällöin markkinalähtöiset asumisen energiaratkaisut voisivat tulla paremmin esille, ja samalla saavutettaisiin molempien osapuolien tuki hankkeen suunnitelmille.

''Kyllä minun mielestä on positiivinen asia, että kaupunki ajaa näitä asioita ja heidän suunnasta lähtee. Kyllä se on niin, että jos ei mitään vaadittaisi, niin ei myöskään mitään tulisikaan. Ylimääräisen kustannusta lisäävän asian tuominen rakentamiseen on niin suuri kysymys ja vaatii isoja päätöksiä. Ellei niitä ole kaavamääräyksessä niin epäilen, että tuskin niitä muutenkaan tulisi tehtyä.'' (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

''Kaupunki tosin pystyy tätä tonttipeliä pelaamaan, jos vain osaavat. Antavat määrättyinä aikoina määrättyiltä paikoilta tontit luovutettavaksi. Kaupunki on näissä asioissa merkittävä tekijä joten pitää myös pystyä peliä pelaamaan järkevästi, ettei kompastu omaan näppäryyteensä.'' (Rakennusyhtiö A)

Rakennuttaja C esitti myös näkökulman, että kaupunkisuunnittelussa voitaisiin soveltaa sääntöpohjaisuutta kaavoituksessa. Sen avulla osapuolten välinen yhteistyö tiivistyisi, kun paikallisella tasolla neuvotellaan suunnitelman sisällöstä annettujen reunaehtojen puitteissa. Tällä hetkellä Suomessa käytetty kaavasunnittelu toteutuu hierarkiamaisesti, mihin yhteisöllisyys sekä sidosryhmien vaikutusmahdollisuudet soveltuvat huonosti. Sääntöpohjaisessa kaupunkisuunnittelussa hierarkia voitaisiin kääntää ylösalaisin, jolloin kaavan kehitys lähtisi eri osapuolten tekemästä yhteistyöstä. Tämä antaisi rakennusyhtiöille vapaammat kädet toteuttaa ratkaisuja ja toisaalta lisäisi myös suunnittelua kohti aluekohtaisuutta yksittäisten kiinteistöjen sijaan. Sääntöpohjaisuus voisi tarkoittaa esimerkiksi alueelle asetettua kasvihuonekaasupäästöjen ylärajaa tai liikenteessä maksimietäisyyttä joukkoliikenteen pysäkeistä, rajoittamatta kuitenkaan tapaa, jolla tavoitteeseen tulee päästä.

Energiaratkaisujen ohella joukkoliikenteen merkitys ja erilaiset kestävän kehityksen mukaiset liikkumismuodot ovat nousseet tärkeään osaan kaupunkisuunnittelussa. Näitä tullaan toteuttamaan myös Skanssin alueella. Asuinalueen kehittymisen kannalta on tärkeää, että muiden hyvien kulkuyhteyksien lisäksi joukkoliikenteen tulee toimia moitteettomasti alusta lähtien.

''Ja sen minkä alue tarvitsee on, että julkinen liikenne toimii. Sitten se tarvitsee sen mikä tässä [esitteessä] lukeekin, eli koulun ja päiväkodin. Sitten ihmisetkin sinne tulee.'' (Kiinteistösijoitusyhtiö)

Joukkoliikenteen lisäksi erilaiset muut liikkumismuodot tulee ottaa aluesuunnittelussa huomioon. Näitä ovat esimerkiksi sähköinen liikenne sekä polkupyöräily.

8.2.3. Alueen imago ja brändäys

Skanssin alue sijaitsee noin neljä kilometriä Turun keskustasta. Alueella on hyvät kulkuyhteydet sekä kauppakeskuksen tuomat palvelut. Skanssi ei ole aluehinnaltaan kuitenkaan Turun kalleimpia, sillä se sijoittuu keskusta-alueen ulkopuolelle sisämaahan. Tämä mietitytti jonkin verran haastateltavia. Mitä matalampi on alueen arvioitu neliöhinnan taso, sitä haastavampaa on tuoda uudenlaisia minimitasosta poikkeavia taloteknisiä ratkaisuja asuinalueelle. Suurin osa haastateltavista piti Skanssin aluetta hyvänä, mutta samalla myös haastavana. Haastatteluissa heräsi myös kysymys, osaavatko ihmiset vielä mieltää kyseistä aluetta kauppakeskuksen vieressä sopivaksi paikaksi asua.

''Ei se olekaan huono [asuinpaikka], mutta pitää olla hieman pioneeri, että sun pitää osata perustella itselle, perheelle ja ehkä hieman kavereillekin, että miksi haluat muuttaa sinne kauppakeskuksen viereen. Vaikka se onkin hemmetin hienoa, että menee autolla halliin ja pääset sisäkautta kauppakeskukseen.''
(Kiinteistösijoitusyhtiö)

Rakennusyhtiö B halusi painottaa, että alueelle muuttavat ihmiset tulevat aikanaan määrittelemään alueen hintatason. Etukäteen tulee kuitenkin tehdä kartoitusta potentiaalisista asukasryhmistä. Hyvällä aluemarkkinoinnilla ja brändäyksellä voidaan kuitenkin vaikuttaa asuinalueeseen liitettyihin mielikuviin jo ennakkoon. Esityöllä voidaan yrittää vaikuttaa aluehinnan muodostumiseen, kuitenkin oikea kohderyhmä tarkasti huomioiden. Erityisen tärkeänä rakennusyhtiö B piti alueelle ensimmäiseksi valmistuvia kohteita, jotka tulevat asettamaan suunnan alueelle muodostuvalle imagolle.

''Eihän sitä ikinä tiedä, että vaikka aluksi suunnitellaan, että tehdään tällainen kaupunginosa, niin siitä voi tullakin ihan joku muu. Että se on se brändäystyö ja mihin suuntaan se alkaa menemään. Loppukädessähan asukkaat sen määrittää. Jos se brändäys onnistuu, niin siitä tulee sellainen tuote, että sinne halutaan. Itsehän ne määrittää sen millainen siitä tulee. Jos siitä tulee sellainen, että kukaan ei sinne halua, niin sitten tehdään halpoja vuokratämppejä, että saadaan edes jotain myyntiin - ja sitten siitä tulee sellainen. Se brändäys on tavallaan aika tärkeää, ja osa sitä alueen kehittämistä. Ja sitten, että onnistuu siinä alussa saamaan sinne niitä oikeita juttuja.'' (Rakennusyhtiö B)

Rakennusyhtiö A halusi myös kiinnittää huomiota alueen rakennustahtiin. Tyypillisesti perustajaurakoitsijat rakentavat yksittäisiä kerrostalokohteita kerrallaan, mutta uutta asuinalueita rakennettaessa vetovoima syntyy tekemällä suurempia kokonaisuuksia

kerralla. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi yhden korttelin rakentamista yhtäaikaaisesti, joka osaltaan voi vaikuttaa positiivisesti myös rakennuskustannuksiin. Valmiilla korttelikokonaisuudella on suuri merkitys alueen imagon muodostamisessa, sillä yhtenäisen kompleksin näkeminen on asunnon ostajan näkökulmasta miellyttävämpi vaihtoehto kuin pelkkä kompleksin osa.

Skanssin tapauksessa löytyy kuitenkin selkeitä attribuutteja, joita alueeseen on helppo liittää ja joita pystytään hyödyntämään alueen markkinoinnissa. Haastatteluissa kuitenkin todettiin, että ekologiset attributit eivät toimi voimakkaina myynnin ajureina, joka on myös aikaisemmin haastatteluissa todettu. Asuntojen myynnin ja myös vuokrauksen kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat sijainti ja hinta. Tästä huolimatta kaikki rakennusyhtiöt olivat yhtä mieltä siitä, että vaikka ekologiset perustelut eivät tällä hetkellä toimi merkittävänä ajureina, niin asia voi muutamien vuosien kuluttua olla hyvin erilainen. Monet vertasivat kehitystä esimerkiksi sähköautoilun lisääntymiseen ja sen huomioimiseen nykyisin myös asumisessa.

Haastatteluissa todettiin Skanssin alueen tulevien asukkaiden kohderyhmän olevan varsin laaja. Alueelta löytyvät hyvät palvelut, kulkuyhteydet ja luonnon läheisyys houkuttelevat monia eri ikäryhmiä. Yhdeksi potentiaaliseksi asukasryhmäksi koettiin kuitenkin niin sanotut ”passiiviset asunnonhakijat”, joilla ei ole akuuttia tarvetta uudelle asunnolle, mutta joita voitaisiin kuitenkin onnistuneella viestinnällä ja brändäyksellä saada aktivoitua. Tällöin kohderyhmälle osoitettaisiin, että alue pystyy tarjoamaan jotain sellaista, mitä tällä hetkellä nykyisestä asunnosta tai asuinalueesta ei ole saatavissa. Tämä koskee erityisesti juuri uudenlaisia teknisiä ratkaisuja, alueen viihtyvyyttä, palveluja sekä arkkitehtuuria.

8.2.4. Asiakaslähtöinen rakennussuunnittelu

Haastatelluissa julkisomisteisissa kiinteistöyhtiöissä on jo useiden vuosien ajan kiinnitetty huomiota asukasyhteisöjen tiedonvälityksen parantamiseen sekä muodostettu erilaisia kiinteistöyhtiön ja asukkaiden välisiä viestintäkanavia. Nämä voivat olla esimerkiksi yleiset asukaskokoukset, asukkaista kootut erikoisryhmät, työpajat, verkkosivut tai tiedotus- ja asukaslehdet. Asukkaita on yhä enemmän aktivoitu osallistumaan uusien hankkeiden kehittämiseen ja on haluttu herättää myös keskustelua vallitsevan asumistilanteen parantamisesta. Yhteisiä kehitysryhmiä toteuttaneet kiinteistöyhtiöt ovat olleet tyytyväisiä asukkailta saamaansa palautteeseen sekä ideoihin. Lisäksi erilaisilla viestintävälineillä on todettu pystyttävän vaikuttamaan myös kulutuskäyttäytymiseen.

Tähän on vaikuttanut erityisesti yleinen tiedottaminen esimerkiksi lämpötilan säädöstä ja sähkön kulutuksesta tai erilaiset kiinteistöyhtiöiden omat energiansäästökampanjat ja -tietoiskut.

''Meillä on asia organisoitu niin, että kritiikkiryhmä arvioi meidän tulevien kiinteistöjen arkkitehtisuunnitelmia aina siinä vaiheessa, kun niihin pystytään vielä vaikuttamaan. Niistä on ihan hyviä impulsseja tullut asukkaiden vaikuttamispuolelta, eli tämä on ollut ihan rutiinia.'' (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

''Kyllä meillä on ollut ns. energiaeksperti toimintaa aikaisempina vuosina ja nyt ollaan elvyttämässä sitä uudelleen. Olemme lanseeranneet energiansäästövuodetkampanjan. Kolme seuraavaa vuotta ovat energian kulutukseen ja säästämiseen keskittyviä vuosia. Siihen on varauduttu, että tämmöistä asukasaktiivisuutta lisätään ja tiedotetaan asioista myös asukkaille.'' (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

Osassa julkisomisteisissa kiinteistöyhtiöissä on huomattu, että asuntoon asennettujen erityislaitteistojen, kuten aurinkokeräimien lämmönvaraajien, tehokas käyttö vaatii hyvää opastusta. Asumisoikeusasumisen edustaja oli kehittänyt uudiskohdettaan varten erityisen asunnon käyttöoppaan, joka toteutettiin yhteistyössä kiinteistön teknisten järjestelmien suunnittelijoiden, rakennustyön toteuttajien ja kiinteistöyhtiön kehittämisryhmän kanssa. Jokaisesta asunnosta löytyy myös oppaan lyhennetty versio helposti saatavilla. Käyttöoppaalla on pyritty opastamaan asukkaita käyttämään talossa hyödynnettyjä energiansäästöratkaisuja parhaalla mahdollisella tavalla sekä varautumaan poikkeustilanteisiin, kuten ennakoitavissa olevaan suureen käyttöveden kulutukseen. Hyvällä ohjauksella on myös pyritty vaikuttamaan asukkaiden välillä olevan kulutuskäyttäytymisen hajonnan pienenemiseen. Uudenlaisissa asumisen energiankäyttöön liittyvissä ratkaisuissa on siis otettava asukkaiden käyttötottumukset huomioon jo alkuvaiheessa sekä pidettävä huolta riittävästä tiedon saamisesta ja poikkeustilanteissa saatavasta avusta.

Kuluttajilla olisi vielä nykyistä enemmän mahdollisuutta käyttää valtaansa energiaratkaisujen kehittäjänä ja muutoksen suuntaajina. Tähän vaikuttaa kuitenkin suuresti kuluttajien tieto saatavalla olevasta teknologiasta. Pieni joukko seuraa aktiivisesti rakennusalan trendejä, mutta suurimmalle osalle tieto tulee suuren median tai oman asumismuodon ja -kokemusten kautta. Tietoa voitaisiin kuitenkin yrittää aktiivisemmin parantaa, jotta kuluttajat ja potentiaaliset uudet asukkaat osaisivat vaatia yhä enemmän asunnon taloteknisiltä ratkaisuilta. Kuluttajia, eli tulevia asukkaita, voitaisiin yhä enemmän

integroida mukaan suunnitteluprosesseihin sekä kaupunkisuunnittelussa että rakennushankkeissa.

Kuluttajan roolin korostaminen hankesuunnittelussa voisi myös laskea uutta asuntoa etsivän asunnonhakijan kynnystä tehdä lisäinvestointeja, jotka näkyisivät myöhemmin elinkaarikustannusten pienenemisenä.

”Ihmiset [tällä hetkellä] ottaa huomioon, mikä on kämpän hinta ja mikä sen hoitokulu on, ja se on sitten siinä. Rakennusala on ajanut sen siihen, että hinta on ainut mitä tässä tuijotetaan. Skanssissa kun pyritään siihen, että hoitokulu olisi pienempi. Jännä asia, että vaikka kerrot, miten asia menee, niin ei kaikki sitä ymmärrä. Se on kuitenkin se hinta.” (Rakennusyhtiö A)

Nykyisin tähän on kuitenkin vaikea päästä ilman, että investoinneilla pyritään osoittamaan selkeitä kustannussäästöjä ympäristöllisten perustelujen lisäksi tai energiaratkaisuun on kehitetty hyvin toimiva palveluliiketoimintamalli. Kaikkien haastateltujen rakennusyhtiöiden toiveena oli, että vastuu Skanssiin tulevasta liiketoimintamallista ja palvelun tuottamisesta olisi asiantuntevalla taholla, esimerkiksi paikallisella energiayhtiöllä.

8.2.5. Hankkeiden rahoitus ja tukimuodot

Haastateltavat yritykset sekä kiinteistö- että rakennusyhtiöistä toivoivat joustavuutta niiden rakennushankkeiden rahoitusratkaisuihin, jotka voidaan luokitella erityis- tai koehankkeiksi. Nämä voivat olla uusituotantoa tai perusparannustöitä. Rakentamisen peruskustannusten noustessa korkeaksi muita investointeja joudutaan painamaan mahdollisimman alas muiden hintarajojen puitteissa. Erityiskohteissa ongelmaksi tulee siis investointikustannusten nousu, jolloin rahoituksesta toivottaisiin löytyvän vielä nykyistä enemmän joustomahdollisuutta. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen eli ARA-rahoituksen joustoa tai muuta valtion antamaa tukea, kuten Tekesin tai työ- ja elinkeinoministeriön.

”Kaikki kohteethan tehdään ARA-rahoituksella ja ne hinnat ovat hyvin tiukat. Silti he suosivat kauheasti tällaista uusiutuvaa, mutta hintataulukot polkevat sitä vanhaa aikaa vielä.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö A)

Vallitsevan taloustilanteen todettiin myös vaikuttavan merkittävästi investointipäätöksiin. Asunnonostajalle lisäinvestoinnin tekeminen on helpompaa, sillä suhdannetilanne on ajanut korot varsin matalalle. Asuntojen tuottajille ja myyjille suhdannetilanne on puolestaan vaikea, sillä Turun alueen asuntojen myyntivolyymi on maltillinen, jolloin

uudisrakennuksissa on tarkoin mietittävä oikea kohderyhmä ja hinta-alue. Tämä tuo varovaisuutta rakennussuunnitteluun ja uusien ratkaisujen tuomiseen talotekniikkaan, jolloin halutaan varmistaa asuntojen helpompi myynti.

''Nythän se 20 tonnin lisämaksaminen on ihan ilmaista kun korot ovat niin alhaalla. Tässä maailman tilanteessa sen pitäisi toimia erityisen hyvin. Jos korot nousee korkealle, niin paletti menee ihan toisin päin. Silloin asukas joutuu maksamaan siitä 20 tonnin lisälainasta pankkiin aika paljon rahaa.'' -- *''Turussa kuitenkin myymisen volyyymi on sen verran pieni, että sä et pysty tekeen kauhean tarkkaa markkina-analyysiä, että mitkä kämpät on nyt myynyt ja mitkä ei. Niissä on niin monia syitä, että miksi joku kohde myy nopeammin ja miksi joku toinen ei. Yleensä se on kyllä se sijainti ja hinta, mitkä siihen vaikuttavat eniten.''*
(Rakennusyhtiö B)

Uusia asumisen energiaratkaisuja varten haastateltavat pitivät hyvänä erilaisten yhteistyöprojektien ja -hankkeiden luomista, jolloin suunnittelutyöhön sitoutuisi ammattitaitoisia osapuolia kehittämään ratkaisuja yhteistä päämäärää varten. Hankkeiden kautta olisi myös helppo kerryttää monen eri tahon kokemuksia sekä saada helpommin referenssikohteita rakennettua. Yhteistyö voi olla hyvin erilaista sekä suuremmassa että pienemmässä mittakaavassa, ja yhteistyökumppaneiksi mainittiin muun muassa Tekes ja RAKLI (Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto) tai mahdollisesti joku julkinen toimija kuten kunta tai kaupunki. Julkisilta toimijoilta toivottiin lisää tukea investointeihin sekä yhteistyönä että myös rahallisesti, mikäli kunta on itse asettanut rakennettavan asuinalueen kehityskohteeksi.

''Kyllä minun mielestä on positiivinen asia, että kaupunki ajaa näitä asioita ja heidän suunnasta lähtee. Kyllä se on niin, että jos ei mitään vaadittaisi, niin ei myöskään mitään tulisikaan. Ylimääräisen kustannusta lisäävän asian tuominen rakentamiseen on niin suuri kysymys ja vaatii isoja päätöksiä. Ellei niitä ole kaavamääräyksessä niin epäilen, että tuskin niitä muutenkaan tulisi tehtyä.''
(Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

Lisäksi kaupungin ja kunnan roolia hankkeissa haluttiin nostaa esille, sillä osapuolten välisellä yhteistyöllä koettiin olevan positiivista myötävaikutusta. Hyvien yhteistyökokemusten myötä osapuolten väliset suhteet ovat lähentyneet sekä kiinteistö- ja rakennusyhtiöt ovat tunteneet saavansa suoraa tukea hankkeilleen.

''Tuskin koskaan riittävästi on kaupunkia tässä ylistetty ja kiitetty. Aivan alusta alkaen, vuonna 2010, meillä oli selvitystyö päällä, että mistä löytyisi meitä kiinnostavaa rakennusmaata. Käytiin kaikki kivet kuntien, kaupunkien kuin urakoitsijoidenkin luona ja sitten muutamia hankkeita löytyikin.'' -- *''Siitä lähtien kaupunki oli vahvasti myötävaikuttamassa, ja kaupungin asemakaavapuoli ja myös keskushallinto oli mukana meidän työpajoissa. Aivan loppuun asti olivat mukana ja*

pidimme myös yleisötilaisuuksia kaupunginvaltuuston salissa. Eli kyllä kaupunki oli koko matkan mukana ja positiivisesti myötävaikuttamassa siihen.”
(Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö B)

8.2.6. Kaukolämpöliiketoiminta

Kaukolämpöliiketoiminnan kehittämiseen liittyvät yleiset liiketoiminnan kehittämisen osa-alueet: asiakaslähtöisyys, asiakasviestintä sekä kilpailukykyinen ja kustannusvastaava hinnoittelu. Tavoitteena on löytää joustavia ja selkeitä toimintamalleja. Tämän vuoksi haastatteluissa päätettiin kartoittaa lyhyesti myös haastateltavien kokemuksia kaukolämmön asiakkaana, yleistä mielipidettä kaukolämpöliiketoiminnasta sekä mielikuvaa kaukolämmön ympäristöystävällisyydestä.

Yksi suurimmista ongelmista kaukolämpöliiketoiminnan asiakastyytyväisyydessä on ollut hinnoittelun epäselvyys ja monimutkaisuus. Tämä kävi myös ilmi haastatteluissa. Hinnoittelun toivottiin olevan yksinkertaisempaa ja läpinäkyvämpää.

”Jotenkin sen pitäisi olla kuitenkin läpinäkyvämpää, että miten se kaukolämmön hinta muodostuu. Nythän me vain luotetaan, että kai se kaukolämmön hinta kohdistuu vain siihen kaukolämpöön. Kaupunkihan voi rahoittaa sillä mitä tahansa muutakin. Tavallaan oikeastihan se loppukäyttäjä ei tavallaan tiedä, että mihin ne rahat menee. Meneekö ne siihen kaukolämpöön ja sen ylläpitämiseen, vai meneekö johonkin ihan muualle kuin siihen. Eli läpinäkyvyyttä lisää, että mistä se hinta tulee ja mihin se kohdistuu. Ja onhan se kilpailu vähän ongelma, ettei pysty sitä kilpailuttamaan, se on ehkä se kaukolämmön suurin ongelma.” (Rakennusyhtiö B)

Selkeämmän hinnoittelun lisäksi toivottiin myös enemmän joustavuutta kaukolämpösopimuksiin sekä enemmän keskustelumahdollisuutta liittymäsopimuksia tehtäessä. Osa haastateltavista piti kasvotusten tehtyjä neuvotteluja tärkeänä, toisille taas riittivät puhelinkeskustelut. Haastateltavista osa myös kiitteli, mikäli he olivat kokeneet energiayhtiön osoittavan aktiivisuutta sekä oma-aloitteisuutta. Näiden kautta osa asiakkaista myös koki saaneensa kustannussäästöjä omaan toimintaansa.

”Kyllä joo... Siihen en osaa oikein sanoa, että mihin suuntaan sen [kaukolämmön hinnan] tässä pitäisi kehittyä, mutta se on totta, että se on vähän hankala. Ja toinen, niin siihen pitäisi saada vähän enemmän mukaan joustoa ja neuvotteluvaraa, ettei se olisi vain listasta katsottuna, että se on nyt toi.”
(Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö A)

”Hyvin on sujunut, nyt ollaan saatu puhelinkeskusteluin neuvoteltua asiat. Ei ole sillä tavalla tarvinnut vääntämällä vääntää kasvotusten asioita kohdallaan. Todella hyvin mun mielestä on yhteistyö pelannut.” -- ”Turku Energian puolesta on lähdetty liittymätehoa tarkastamaan ja on huomattu, että se on ylimitoitettu ja ollaan sitä myötä uusi liittymäsopimus allekirjoitettu. Meille on sitä kautta tullut

kustannussäästöjä meidän suuntaa. Ihan positiivista huomata että näinkin päin voi asiat sujua.” (Julkisomisteinen kiinteistöyhtiö C)

”Mutta tuossa kun oli ja tarkisti laskuja, ja hirvittäviä oli summia ja tuntuu, että ne lyövät vaan läpi. Nyt kun ollaan nähty, niin asiat ja ihmiset ovat saaneet kasvot. Nyt sitten tietää, että kenen kanssa voi soittaa ja kysyä. Mä uskon ja sitä mä toivon, että se paranisi tässä yhteistyön aikana.” (Kiinteistösiirtoyhtiö)

Kaukolämmön hintaa ei pidetty suoranaishana ongelmana, vaan haastateltavat ymmärsivät hinnan koostuvan monesta eri osatekijästä. Lisäksi monet haastateltavat painottivat tuottovaatimuksen perustuvan paikallisella energiayhtiöllä pitkälti omistajan, eli Turun kaupungin, asettamaan tavoitteeseen. Lisäksi haastateltavat mainitsivat myös, että mikäli kaukolämmön hinta pysyy samassa hintaluokassa kuin muiden kaupunkien kaukolämpöhinnat, niin silloin ollaan pääosin tyytyväisiä.

Kaukolämpöä ei ensivaikutelmalta mielletty kovin ympäristöystävälliseksi. Monille oli jäänyt muistiin yksittäiset negatiiviset mielikuvat tai tapahtumat, jotka ovat ylittäneet uutiskynnykset mediassa. Näistä mainittiin esimerkiksi Helsingin Hanasaaren voimalaitoksen kivihiihikasat tai Turun Orikedon jätteenpolttolaitoksen sulkeminen. Kaukolämmön nykytuotannosta tai tulevaisuuden tuotantomuodoista haastateltavilla oli varsin niukasti tietoa. Energia-alan mielikuvia vallitsevatkin yleisesti kansallisen uutiskynnyksen ylittävät tiedot, jotka eivät kuitenkaan kuvaa välttämättä alan koko tilannetta.

Yleisesti haastatelluilla oli positiivinen mielipide kaukolämmöstä ja sitä pidettiin poikkeuksetta parhaana lämmöntuotantomuotona isoihin rakennuskohteisiin. Yksittäisten rivitalokohteiden kohdalla puolestaan mietittiin useammin myös muita vaihtoehtoja, varsinkin jos kaukolämpöverkko ei ole aivan rakennuksen läheisyydessä. Kaukolämpöyhtiötä pidettiin pääosin yhteistyöhalukkaana ja toimintaa sujuvana.

”Jos ajatellaan näitä Turun sisäisiä juttuja niin, kyllä ehkä kaukolämmön kanssa menee jouhevimminkin asiat. Kakkosena tulee sähkö ja kolmantena vesi. Se on varmaan suurimman osan mielipide” (Rakennusyhtiö B)

8.3. Yhteenveto haastatteluista ja niiden vaikutuksesta Skanssiin

Haastattelujen tavoitteena oli antaa Turku Energialle tietoa Skanssin hankkeeseen liittyvästä todellisesta asiakastarpeesta, minkä avulla voidaan keskittää resurssit asiakasta hyödyttäen sekä omaa tuloksellisuutta lisäten. Haastattelututkimuksella saatujen tietojen myötä pyritään ohjaamaan hankkeen suunnittelua vastaamaan rakentamisesta vastaavien

osapuolten tarpeiden mukaisesti. Haastatteluilla pyrittiin myös selvittämään investointihalukkuutta tulevaisuudessa kehitettävälle liiketoimintamalleille, joita voidaan hyödyntää uusissa asumisen ratkaisuissa.

Tutkimuksessa haluttiin käyttää asiakkaan laajaa määritelmää (Kärkkäinen 2000, 10), jolloin asiakkaaksi katsottiin kaikki eri rakentamisen edustajat, jotka voivat asettaa vaatimuksia Skanssin asuinalueen rakentamiselle. Tämä osoittautui hyväksi valinnaksi, sillä kiinteistöyhtiöillä havaittiin olevan selviä eroavaisuuksia rakennusyhtiöihin verrattuna. Lisäksi eri asumismuotojen edustajilla oli havaittavissa erilaisia tarpeita asumisen energiaratkaisuille. Nämä tulee ottaa huomioon Skanssin aluetta suunniteltaessa erityisesti kaksisuuntaisen lämpökaupan liiketoimintamallissa, jossa on mietittävä ratkaisuja myös erilaisille lämpökaupan asiakasryhmille erikoistarpeet huomioon ottaen.

Kuten ennen haastatteluja voitiin huomata, tehty asiakastarveselvitys ei vastaa tyypillistä asiakastarpeiden kartoitusta, jossa tarpeet ovat yleensä tuotteen käytettävyyteen konkreettisia ominaisuuksia. Konseptitason suunnitelmaa ja käytännön toimintatapoja kartoittaessa QFD-matriisin toteuttaminen koettiin liian haastavaksi, sillä yksittäisten tuote- tai palveluominaisuuksien määrittely on projektin alkuvaiheessa vaikeaa. Tämä suoritetaan vasta myöhemmin teknisten vaatimusten ja tuotantotapojen varmistuttua. Yrityksen näkökulmasta tutkimuksen tulokset olivat havainnollistavia diplomityössä tehdyn analysoinnin sekä keskinäisten keskustelujen perusteella.

Haastattelututkimuksessa havaitut keskeiset attribuutit asumisen energiaratkaisuille olivat ratkaisujen tuomat säästöt kiinteistön ylläpitokustannuksiin, rakennuksissa tapahtuvan energiankulutuksen seuraaminen sekä uusien energiaratkaisujen merkitys tulevaisuudessa. Uudet energiaratkaisut on kuitenkin vielä tässä vaiheessa pystyttävä perustelemaan rakentamisen osapuolille kustannussäästöjen kautta, sillä ekologiset argumentit eivät yksinään toimi tarpeeksi suurina ajureina investointipäätöksen tekemiselle. Suuntauksen kuitenkin todettiin olevan hiljalleen muuttumassa, ja erityisesti kiinteistöyhtiöiden puolella energiatehokkaiden ratkaisujen todettiin olevan selkeä kilpailuvaltti markkinoilla. Harva yritys kuitenkaan ymmärsi painottaa uusien energiaratkaisujen merkitystä rakennusten jälleenmyyntiarvon kannalta. Esimerkkinä voitaisiin käyttää henkilöautojen ilmastointia tai ajotietokonetta, jotka ovat jo nykyisin lähes poikkeuksetta vakiovarusteita, mutta jota ilman harva enää osaa autoa. Harva myöskään ajatteli energiaratkaisuja asukkaalle tulevina parempina palveluina tai asumismukavuuden lisäämisenä.

Investointipäätös kuitenkin tarvitsee rinnalleen hyvät taloudelliset perustelut sekä toimivan liiketoimintamallin. Tätä odotettiin erityisesti lämpökaupan osalta, jolloin liiketoimintamallin tulee olla selkeä ja läpinäkyvä. Sen valitseminen tavallisen kaukolämpöliittymän sijaan tulee olla hyvin perusteltu. Kaksisuuntainen kaukolämpöliittymä tulee kuitenkin vaatimaan lähienergian investointiratkaisun sekä edistyksellistä kiinteistötekniikkaa, jotta kaksisuuntaista kauppaa on mahdollisuus käydä. Asiaa helpottaa huomattavasti, mikäli asiakkaalle voidaan perustella, kuinka paljon hän säästää, mikäli hän valitsee osallistua lämpökauppaan.

Liiketoimintamallia suunniteltaessa on huomioitava myös rakentamisen osapuolten erilaiset lähtötilanteet. Asumisen energiaratkaisuja oli yrityksissä tutkittu hyvin vaihtelevasti ja vain harva oli päätenyt toteuttamaan ratkaisuja käytäntöön. Toteutuneissa ratkaisuissa oli selvästi havaittavissa yrityksen omakohtainen kiinnostus uusiin energiaratkaisuihin sekä rohkeaa asennetta investointien tekemiseen, vaikka referenssikohteita ei löytynyt. Hankkeiden toteutumiset edellyttivät sopivien ja aktiivisten yhteistyökumppanien löytymistä, joilla oli myös todelliset resurssit saattaa hanke loppuun. Näiden sopivien kumppanien löytyminen on paikoin ollut haastavaa. Hankkeiden toteuttamisen esteinä on yhteistyökumppanien puuttumisen lisäksi ollut referenssien puute sekä kokemuseräisen tiedon puuttuminen. Kaikki haastateltavat olivat kuitenkin valmiita toteuttamaan sellaisia uusia ratkaisuja, jotka voitaisiin mahdollisimman kitkattomasti liittää mukaan nykyiseen rakennusprosessiin. Ratkaisujen tulee siis olla yksinkertaisia ja pitkälle testattuja ja jokaisen kumppanin kanssa on pohdittava heille parhaiten sopivat energiaratkaisut. Vaativampiin ratkaisuihin toivottiin saatavan tarpeeksi suunnittelu-aikaa ja mahdollisen yhteistyöhankkeen lisäksi myös tukipolitiikkaa esimerkiksi valtiolta. Lisäksi ratkaisuissa on otettava käyttäjätottumukset mukaan, jolloin on huolehdittava, että jokainen asukas osaa käyttää asuntoansa oikein, mikäli siihen on liitetty normaalista poikkeavia taloteknisiä ratkaisuja.

Rakentamisen monimuotoinen sääntöpolitiikka koettiin hidastavaksi tekijäksi uusia energiaratkaisuja suunniteltaessa. Haastateltavat myönsivät rakentamismääräyskokoelman olevan jo tällä hetkellä erittäin vaativa, ja siihen ei toivottu suuria muutoksia. Laadun minimitaso on siis asetettu jo varsin korkealle, ja maailmanlaajuisesti Suomen rakentamistason pidettiin olevan ensiluokkaista. Kehityksen ja uusien trendien odotettiin tapahtuvan erikoishankkeiden kautta, sillä lisäkustannusten tuominen perusrakentamiseen on korkean minimivaatimustason myötä lähes mahdotonta. Toisaalta rakentamisen

kehittämisestä haluttiin siirtää yhtä enemmän myös asukkaiden ja kysynnänohjauksen puoleen, jolloin tie uusien ratkaisujen mukaan ottamiselle olisi parempi luonnollisen kilpailun kautta.

Kaikista edellä mainituista syistä johtuen on tärkeää, että Skanssin kaltaisessa täysin uudenaikaisessa energiahankkeessa on tiivis joukko hankkeeseen sitoutuneita osapuolia, jotka toimivat aktiivisesti kohti yhteistä päämäärää. Räättelöidyillä suunnitelmilla koettiin olevan parhaat mahdollisuudet löytää kohteen vaatimat ratkaisut. Erityisesti kaupungin roolia pidettiin tärkeänä, sillä se luo varmuutta rakennusyhtiöille viedä hanketta eteenpäin ja yhteistyön katsottiin toimivan hyvin. Lisäksi kaupunkisuunnittelun ja energiatehokkaan rakentamisen eri ohjauskeinot kuten tontinluovutusehdot ja asemakaava katsottiin hyviksi tavoiksi edistää rakennetun ympäristön energiatehokkuutta, mutta suunnittelussa tulisi tehdä yhteistyötä rakennuttajan kanssa sekä kuunnella myös heidän toiveitaan. Lisäksi neuvotteluvaraa on oltava tarpeeksi. Yhteistoiminnan merkitys on nähty Skanssin tontinluovutusehtoja valmisteltaessa ja rakennuttajan näkemykset on pyritty ottamaan huomioon. Tätä tulisi edistää myös alueen jatkokehityksessä muille alueille.

Alueen brändäystä ja mainostusta pidettiin myös Skanssin kannalta tärkeinä teemoina. Alueesta pitäisi nostaa selkeitä myyntiaiheita, joilla saataisiin ihmisten kiinnostus heräämään aluetta kohtaan. Ensimmäisten kiinteistöjen valmistuminen antaa suunnan alueen kehitykselle ja sen tuleville asumis- ja palveluratkaisuille.

8.4. Jatkotoimenpiteet

Skanssin energiahanke on pitkä projekti, joten diplomityössä havainnoidut asiakastarpeet ja niiden kehittäminen ovat tärkeässä osassa tämän jälkeen. Suurin osa tehtävistä toimenpiteistä tulee ajankohtaiseksi projektin edetessä. Tärkein on kuitenkin kaksisuuntaisen kaukolämpökonseptin muotoilu, jossa huomioidaan myös kilpailevat lämmöntuotantomuodot. Kuvassa 26 on esitelty asiakastarvekartoitusprosessin vaiheet, ja siitä voidaan todeta, että tämän diplomityön avulla on päästy kohtaan viisi, jossa asetetaan tuotetta tai palvelua koskevat tavoitteet. Diplomityössä esitetyt tavoitteet eivät ole kuitenkaan täydellisiä, ja niitä tullaan muokkaamaan ja lisäämään hankkeen edetessä. Asiakastarveselvityksen onnistumisen kannalta olennainen vaihe eli ohjaaminen tavoitteiden saavuttamiseksi on Turku Energiassa aloitettu tämän työn pohjalta ja kartoituksessa ilmenneitä tarpeita on otettu kehityskohteiksi.

Oleellinen osa tulosten käsittelyä on tarvittavien osapuolten informoiminen selvityksen tuloksista ja tiedon saattamisesta osaksi yrityksen toimintamalleja. Tuloksia voidaan hyödyntää myös muissa kuin Turku Energian kaukolämpöyksikössä, sillä rakennusten energiankulutuksen pieneneminen sekä palveluliiketoiminnan muuttuminen koskettavat lähes jokaista yksikköä. Asumisen tulevia energiaratkaisuja sekä uusien liiketoimintamallien etsimistä käydään läpi sekä sähkö- että lämpöyksiköissä. Taustalla ovat kuitenkin samat vaikuttajat ja tekijät, joiden avulla tuotetaan energiayhtiön asiakkaille lisäarvoa tuottavia palveluja.

Asiakastarveselvityksessä kartoitettuja keskeisimpiä aihealueita eli neuvottelumenettelyjä, lämpökaupan ja energiaratkaisujen kustannuksia sekä asukkaan ja rakennusyhtiön näkökulmasta teknisten ratkaisujen toteuttamista tullaan erityisesti tarkastelemaan jatkossa. Aihealue tuodaan projektijohdon toimesta osaksi Skanssin energiahankkeen projektisuunnitelmaa. Asiakastarveselvitystä tullaan myös syventämään tuleville asukkaille, ja sen tarkoituksena on selvittää kaksisuuntaisen lämpökaupan palveluratkaisuja, teknistä toteutusta sekä asukkaiden mahdollista osallistumismahdollisuutta. Tarkoituksena on etsiä palveluratkaisuja, jotka vastaavat kaukolämmön asiakkaiden tarvetta ja kykyä osallistua lämpökauppaan. Tätä ennen on selvitettävä potentiaaliset asukasryhmän edustajat.

Selvityksessä luotuja sidosryhmäkontakteja sekä saatua palautetta hyödynnetään kaukolämmön liiketoiminnan, palveluiden ja erityisesti asiakasyhteistyön kehittämisessä. Haastattelututkimuksesta voidaan todeta, että henkilökohtaisia keskusteluja käymällä avainasiakkaiden kanssa voidaan saada esille yksityiskohtaista tietoa. Sen avulla voidaan parantaa asiakkaan saamaa palvelua sekä syventää asiakassuhdetta, jolloin myös asiakkaalle syntyy selkeä kontakti yrityksen sisälle. Tämä helpottaa yhteydenpitoa molempien lämpökaupan osapuolten näkökulmasta.

Yleisesti energiayhtiön liiketoimintaa parantavana osa-alueena voidaan pitää tiedottamisen parantamista sekä monipuolista näkyvyyttä. Energiayhtiön imagoon vaikuttavat sekä kansallinen uutisointi että yksittäiset paikalliset laajemman uutiskynnyksen ylittävät uutiset, jotka eivät ole pelkästään positiivisia. Yrityksen kehitystoimintaa ja konkreettisia tekoja kannattaa tuoda voimakkaasti esille, jolloin viesti voi välittyä paremmin myös asukkaille. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että suuret mielikuvat liitetään myös yksittäisiin toimijoihin kausaliteetin hämärtyessä. Alan yleiseen imagoon voidaan yrittää

vaikuttaa paikallisella tasolla hyvällä tiedottamisella, jonka yhtenä osa-alueena on myös Skanssin alueen brändäys.

9. JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastattelututkimuksen perusteella voidaan todeta, että rakennus- ja kiinteistöyhtiöiden kesken on kiinnostusta kiinteistöjen energiatehokkuuden edistämiseen sekä uudisrakennuksissa että korjausrakentamisessa. Merkittävin este käytännön toteutuksessa on kuitenkin asuntojen hinta. Tähän vaikuttavat asuntokauppojen neliöhinnan markkinakehitys sekä asuntojen myynnin kehitys alueellisesti. Investointien kannalta on myös merkittävää huomioida asunnon sijainti, joka vaikuttaa suoraan alueen neliöhintaan. Asiantuntevista toimijoista on kuitenkin pulaa erityisesti räätälöityjä ratkaisuja etsittäessä.

Asunnon ostajien koetaan suhtautuvan lisäinvestointeihin varauksellisesti, jolloin pelkät ympäristölliset attribuutit eivät riitä perusteluiksi. Asunnon ostaja toivoo selkeää näyttöä energiatehokkuuden tuomista kustannussäästöistä sekä investoinnin takaisinmaksusta. Tärkeimpinä argumentteina asuntoa valittaessa pidetään hintaa ja sijaintia sekä vuokra- että omistusasumisessa. Ostajan on kuitenkin paikoin vaikeaa erottaa asunnon hinnan ja käyttökustannusten välinen ero: mikäli investointi tulisi takaisin pienempinä käyttökustannuksina nähdään asunnon korkeampi hinta kuitenkin edelleen ongelmallisena. Lisäksi uusiutuvan energian ratkaisut tulisi ottaa huomioon asunnon arvon säilymistä tarkasteltaessa, varsinkin jos sekä rakennuttaja että asunnon ostaja tunnistavat nämä ratkaisut tärkeiksi tulevaisuudessa.

Haastateltavien käyttökokemusten perusteella voidaan todeta, että Skanssin tulevien energiaratkaisujen tulee olla asukkaan näkökulmasta mahdollisimman huoltovapaita sekä yksinkertaisia käyttää. Asukkaita on vaikeaa käsitellä yhtenä joukkona, sillä osalla asukkaista saattaa olla hyvät edellytykset osallistua itse energiankulutuksena seuraamiseen ja siihen vaikuttamiseen, mutta suurimmalla osalla ei ole tähän valmiuksia tai kiinnostusta. Tästä syystä hyvänä vaihtoehtona on pitää ratkaisujen toteuttaminen ja käyttö palveluntarjoajan hallinnassa. Tämä vaikuttaa myös lämpökaupan suunnitteluun, jossa todennäköisesti oikea asiakas on kiinteistön omistaja tai talonyhtiö, eikä yksittäinen asukas. Asukkaita voidaan kuitenkin yrittää aktivoita kiinnittämään enemmän huomioita omaan toimintaansa ja myös palkitsemaan tätä jollain tavalla. Oikea palvelutaso tulee selvittää hankkeen suunnittelun aikana, johon tehtävää selvitystyötä voitaisiin pitää tämän tutkimuksen jatkotutkimuksena. Kyseessä on kuitenkin konseptitason hanke, jolloin on tärkeää huolehtia palveluiden pilotoinnista sekä niiden edelleen kehittämisestä Skanssin muihin rakennuksiin.

Energiatehokkuuden ohjauksen työkaluna käytetty tontinluovutusehto katsottiin hyväksyttäväksi tavaksi edistää rakentamisen energiaratkaisuja. Tässä, kuten muissakin rakennuttajaosapuolen kanssa tehtävässä yhteistyössä, haluttiin painottaa neuvottelumenettelyjä sekä molemminpuolista neuvotteluvaran jättöä. Liian tiukkojen tai liian pitkälle valmisteltujen ehtojen katsottiin helposti etäännyttävän monia rakentamisen osapuolia. Neuvottelujen kautta markkinalähtöisten teknologioiden löytäminen katsottiin olevan helpompaa. Samalla rakennuttajaosapuoli kokisi myös pääsevänsä vaikuttamaan ehtojen sisältöön. Rakentamisen ohjauskeinojen katsottiin myös olevan usein ainoa keino, jolla saadaan konkreettista edistymistä rakennusten energiaratkaisuissa. Tämä pätee myös rakentamismääräyskokoelmaan, jota pidettiin kuitenkin jo nyt rakentamisen ja rakentamiskustannusten kannalta haastavana. Sen vaikutukset voidaan myös nähdä Skanssin kaltaisissa hankkeissa, joissa perustajaurakoitsijat joutuvat nyt tasapainoilemaan rakentamiskustannusten ja neliöhinnan välillä. Rakennus- ja kiinteistöyhtiöt arvostavat uusissa projekteissa yhteistyön tekemistä ja vastuun kantoa asiantuntevien osapuolten kesken, joita ovat muun muassa kaupunki ja asiantuntijaorganisaatiot. Myös erityishankkeiden huomioiminen rahoituksellisesti katsottiin tärkeäksi. Laajalla tuella voidaan kannustaa yrityksiä löytämään ratkaisuja, joiden esteenä ei toimisi grynderivastuu.

Haastattelututkimukseen valittiin sopiva lähestymistapa henkilökohtaisina haastatteluina ja vapaamuotoisena keskusteluna. Tämän avulla saatiin henkilökohtaisempi näkökanta haastattelun teemoihin sekä erityisesti kokemuseräistä tietoa. Haastateltavat olivat avoimia keskustelulle ja laajan esityön avulla saatiin kerättyä runsaasti tietoa haastattelujen aikana. Materiaalin käsittelemiseen ja kokonaisuuden hahmottamiseen tarvittiin kuitenkin paljon aikaa.

Haastattelujen kautta todetaan, että rakentamisen suuntaus on kuitenkin kohti kestävämpää asumista. Aukkaiden sekä kaukolämpöasiakkaiden tietämys paikallisesta energiantuotannosta tai omasta energiankulutuksestaan ovat kuitenkin heikkoja. Tämä luo epävarmuutta uusia ratkaisuja kohtaan. Tähän ratkaisuna voidaan pitää hyvää tiedottamista sekä opastusta laitteiden käyttöön. Kaksisuuntainen lämpökauppa nähtiin positiivisena hankkeena ja alan oikeana suuntana. Kynnyskysymyksenä on kuitenkin lämpökaupan hinnoittelumalli, joka tulee toimimaan tärkeimpänä kriteerinä lämpökauppaan osallistuville. Tässä tulee kuitenkin soveltaa edellä mainittuja asiakaslähtöisiä teemoja, jotka ovat läpinäkyvyys, avoimuus ja luotettavuus.

10. YHTEENVETO

Tässä diplomityössä toteutettiin Turku Energialle asiakastarveselvitys rakennus- ja kiinteistöyhtiöille koskien Skanssin kaksisuuntaista kaukolämpöhanketta. Haastateltaville esiteltiin kaukolämpökonseptin suunnitelmaa, jonka pohjalta kartoitettiin mielipiteitä ja toiveita liittyen energiahankkeeseen. Lisäksi haastateltavilta kerättiin tietoa rakennusprojektien eri vaiheista sekä mielipiteitä liittyen uusiutuvaan lähienergiantuotantoon. Haastattelujen tavoitteena oli tarkastella uudenlaista kaukolämpöratkaisua rakentamisen ja asumisen sidosryhmien näkökulmasta. Tutkimuksen avulla kartoitettiin uusiutuvien lähienergiaratkaisujen markkinatilannetta rakennusalalla sekä mielipiteitä liittyen lämmöntuotannon hybridiratkaisuihin. Haastattelututkimuksen tuottaman tiedon perusteella Turku Energialla on mahdollisuus keskittää resurssinsa paremmin energiahankkeen aikana. Tavoitteena oli myös tiivistää sidosryhmien ja energiayhtiön välistä yhteistyötä. Tutkimus toteutettiin vapaamuotoisena teemahaastatteluna ja haastatteluista koottiin energiayhtiön käyttöön litteroitu kokoelma.

Haastattelututkimuksen perusteella todettiin, että asunnon ostajan näkökulmasta määrääviä valintaperusteita asunnolle ovat edelleen asunnon hinta sekä sijainti. Näiden jälkeen tulevat vasta rakentamisen energiatehokkaat ja vihreät ratkaisut. Asunnon ostajat suhtautuvat pääsääntöisesti varauksella energiankulutusta tehostaviin investointeihin, ja niiden tuomien säästöjen hahmottaminen asunnon käyttökustannuksista voivat olla vaikeaa. Oikea yhteistyökumppani lämpökaupankäyntiin olisi tällöin kiinteistön omistaja tai taloyhtiö. Haastattelujen perusteella voidaan kuitenkin todeta kiinnostuksen asumisen energiaratkaisuihin olevan korkea ja niiden merkitys tulee olemaan suuressa asemassa tulevaisuudessa.

Asiakastarveselvityksellä haluttiin tiivistää asiakaslähtöistä suunnittelua sekä sidosryhmien kanssa tehtävää yhteistyötä, jota myös jatketaan haastattelututkimuksen pohjalta. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta tämän olevan tärkeää molempien osapuolien näkökulmasta, jotta Skanssin alueella voidaan toteuttaa kaupungin sille asettamat energiatavoitteet, sekä löytää kestäviä ja markkinalähtöisiä teknologioita sekä uusia innovaatiota. Ratkaisut on toteutettava Skanssin asukkaiden näkökulmasta heille lisäarvoa tuottavina sekä asumisviihtyvyyttä lisäävinä.

LÄHTEET

- Ahonen, Ari. 2011. Kilpailukatsaus 2: Viisas sääntely – toimivat markkinat. Kilpailuviraston selvityksiä 1/2011. Kilpailuvirasto. Helsinki. ISBN 978-952-5289-08-4.
- Airaksinen, M. Seppälä, J. Vainio, T. Tuominen, P. Regina, P. K. Peltonen-Sainio, P. Luostarinen, S. Sipilä, K. Kiviluoma, J. Tuomaala. Savolainen, I. Kopsakangas-Savolainen, M. 2013. Ilmastopaneeli. Rakennetun ympäristön hajautetut energijärjestelmät. Suomen Ilmastopaneeli. Raportti 4/2013. Espoo.
- Asemakaavamerkinnot ja -määräykset. 2003. Opas 12. Ympäristöministeriö, Helsinki. ISBN 951-37-3978-3 Saatavilla: [http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Maankaytto_ja_rakennuslaki_2000_sarja/Opas_12_Asemakaavamerkinnot_ja_maaraykset\(4437\)](http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Maankaytto_ja_rakennuslaki_2000_sarja/Opas_12_Asemakaavamerkinnot_ja_maaraykset(4437))
- Bastman, Tapani. 2014. Turun Seudun Energiantuotanto Oy. Naantalın uusi voimalaitos. Astrum-keskus, Salo. Esitys 2.12.2014. [kalvosarja] Saatavissa: http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/2271/Bastman._Naantalın_monipolttovoimalaitos..pdf
- Birell, Annika. 2010. Keskisuurten ja suurten kaupunkien tontinluovutuspolitiikka. Diplomityö. Aalto yliopisto. Espoo. Saatavilla: http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/mal/verkko-oppaat/maapolitiikan_opas/Documents/Keskisuurten_kaupunkien_tontinluovutuspolitiikka,_DI-ty%C3%B6.pdf
- Bröckl, Marika. Immonen, Iiro. Vanhanen, Juha 2014. Lämmön pientuotannon ja pienimuotoisen ylijäämlämmön hyödyntäminen kaukolämpötoiminnassa. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/lammon_pientuotannon_ja_ylijaamalammon_hyodyntaminen_kaukolampotoiminnassa20141215_.pdf
- CIT Energy Management AB. 2010. Success factors in Solar district Heating. WP2 – Micro analyses report. Deliverable D2.1. Gothenburg. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://solar-district-heating.eu/LinkClick.aspx?fileticket=c6-K2BVa2hM%3d&tabid=69>
- Energiateollisuus ry. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry Kaukolämpö. 566 s. ISBN 952-5615-08-1.
- Energiateollisuus ry. 2010. Haasteista mahdollisuuksia –sähkön ja kaukolämmön hiilineutraaliksi visio vuodelle 2050. Helsinki. 68 s. ISBN 978-952-5615-31-9
- Energiateollisuus ry. 2015a. Kaukolämpö ja kaukojäähdytys. [verkkosivusto]. Vierailtu 14.7.2015. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys>
- Energiateollisuus ry. 2015b. Energiavuosi 2014 – Kaukolämpö. Julkaistu 21.01.2015, päivitetty 21.01.2015. Saatavissa: <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2014-kaukolampo>

Energiateollisuus ry. 2015c. Kaukojäähdytys v. 2014. Tilastotietoja vuodelta 2014. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaukolampotilastot/kaukojaahdytys>

ESTIF. 2015. European Solar Thermal Industry Federation. Solar thermal markets in Europe. Trends and market statistics 2014. June 2015. Brussels. [verkkodokumentti]. Saatavissa:

http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market_data/downloads/2014_solar_thermal_markets_LR.pdf

Etelä-Suomen Aluehallintovirasto. 2013. Päätös nro 214/2013/1. Dnro ESAVI/168/04.08/2012. Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n ympäristölupahakemus Naantalın monipolttoainevoimalaitoksesta. [verkkodokumentti]. Helsinki. Päivitetty 1.11.2013. [vierailtu 24.7.2015] Saatavissa:

https://www.avi.fi/documents/10191/56814/esavi_paatos_214_2013_1-2013-11-01.pdf/4659aa66-a4ee-4f36-816a-8642aca759a0

Fortum. 2015. Öppen Fjärrvärme. [verkkosivusto]. Vierailtu 21.7.2015. Saatavissa: <http://www.oppenfjarrvarme.se/>

Hedman, Åsa. Pursiheimo, Esa. Klobut, Krzysztof. Rämä, Miika. Hoang, Ha. Vesanen, Teemu. 2015. Lämpökaupan konseptointi – Case Skanssi. Asiakasraportti. VTT Oy. Luottamuksellinen.

Heinonen, Jukka. Junnila, Seppo. 2010. Matalahiiliasumisen lähtökohdat. Sitran selvityksiä 20. Helsinki. ISBN 978-951-563-701-7. Saatavissa:

<http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2020.pdf>

Helen. 2015. Voimalaitokset: Katri Vala. [verkkosivusto]. Vierailtu 15.7.2015. Saatavissa: <https://www.helen.fi/kotitalouksille/neuvoa-ja-tietoa/tietoa-meista/energiantuotanto/voimalaitokset/katri-vala/>

Hirsjärvi, Sirkka. Hurme, Helena. 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. ISBN 952-495-073-0

Klobut, Krystof. Knuuti, Antti. Vares, Sirje. Heikkinen, Jorma. Rämä, Miika. Laitinen, Ari. Ahvenniemi, Hannele. Hoang, Ha. Shemeikka, Jari. Sipilä, Kari. 2014. Tulevaisuuden kaukolämpöasuinalueen energiaratkaisut. VTT.

KNX. Finland ry. 2015. KNX-standardi. [verkkosivusto] Vierailtu 17.7.2015. Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220446>

Korjaustieto. 2015. Veden huoneistokohtainen mittaus – esimerkkejä ja tuloksia. Ympäristöministeriö. [verkkosivusto]. Vierailtu 3.6.2015. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/energiakorjaukset/energiatehokkuuden-parantaminen/veden-huoneistokohtainen-mittaus-esimerkkeja-ja-tuloksia.html>

Kärkkäinen, Hannu. Piippo, Petteri. Salli, Marko. Tuominen, Markku. Heinonen, Jorma. 2000. Asiakastarpeista tuotteiksi ja palveluiksi. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. ISBN 951-817-736-8

- Kärkkäinen, Hannu. Piippo, Petteri. Puumalainen, Kaisu. Tuominen, Markku. 2001. Assessment of hidden and future customer needs in Finnish business-to-business companies. *R&D Management*. Volume 31, No 4. s. 391-407.
- Larsson, Ola. Persson, Agneta. 2012. Hur blir fjärrvärmens grönare? Kunddriven utveckling. *Svensk Fjärrvärme Ab*.
- Liukko, Timo. 1994. Asiakastarve ohjaamaan kehitystä. Menetelmiä ja esimerkkejä. Metalliteollisuuden Keskusliitto MET. Helsinki. ISBN 951-817-606-x
- Lund, Henrik. Werner, Sven. Wiltshire Robin. Svendsen, Svend. Thorsen, Jan Erik. Hvelplund, Frede. Mathiesen, Brian Vad. 2014. 4th Generaion District Heating (4GHD). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. *Energy Apr 2014*, Vol. 68, p. 1-11.
- Mangold, D. Schmidt, T. 2007. The next Generations of Seasonal Thermal Energy Storage in Germany, ESTEC 2007, München. Saatavissa: http://www.solites.de/download/literatur/07-Mangold_ESTEC%202007.pdf
- Majava, Jukka. Nuottila, Jouko. Haapasalo, Harri. Law, Kris M.Y. 2014. Customer Needs in Market-Driven Product development: Product Management and R&D Standpoints. *Technology and Investment*. Volume 5. Pages 16-25.
- Metsäntutkimuslaitos. 2009. Metsätilastotiedote 26/2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. ISSN 1797-3074 Metsätilastotiedote (verkkójulkaisu). Vantaa. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2009/pientalopolttopuu2008.pdf>
- Motiva. 2012. Puupelletti lämmitää puhtaasti ja uusiutuvasti. Lämmitysjärjestelmät: Pellettilämmitys. Opa. Helsinki.
- Motiva. 2014. Auringosta sähköä ja lämpöä -opas. Helsinki. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/9698/Auringosta_lampoa_ja_sahkoa2014.pdf
- Motiva. 2015. Kaukolämmön hinta. Päivitetty 22.7.2015. [vierailtu 28.7.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo/kaukolammon_hinta
- Ottosson, U. Wollerstrand, J. Lauenburg, P. Zinko, H. Brand, M. 2013. Nästa generations fjärrvärme. Rapport 2013:1. Fjärrsyn. *Svensk Fjärrvärme AB*. ISBN 978-91-7381-099-9. Saatavilla: http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/FJ%C3%84RRSYN/Rapporter%20och%20resultatblad/Rapporter%20teknik/2013/2013_1%20Nasta%20generations%20fjarrvarme/N%C3%A4sta%20generations%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rme.pdf
- Pesola, Aki. Böckl, Marika. Vanhanen, Juha. 2011. Älykäs kaukolämpöjärjestelmä ja sen mahdollisuudet. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy.
- Pitko, Jenni. 2014. Asemakaavoituksen työkalut energiatehokkaaseen rakennettuun ympäristöön. Case: Hiukkasvaaran ekokylä. Oulun yliopisto. Arkkitehtuurin tiedekunta. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfioulu-201405271510>

- Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma. 2011. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki. Saatavilla:
http://vm.fi/documents/10616/622966/H0111_P%C3%A4%C3%A4ministeri+Jyrki+Kataisen+hallituksen+ohjelma.pdf/a49b3eb5-9e98-44c6-bd92-b054bea36f61?version=1.0
- Pääministeri Juha Sipilän hallituksen ohjelma 2015. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki. Saatavissa:
http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1433371/Tiedonanto_Sipil%C3%A4_29052015_final.pdf/6de03651-4770-492a-907f-89452141d0d5
- Pöyry. 2011. Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa. Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiateollisuus ry. Loppuraportti.
- Pöyry. 2013. Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa. Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiateollisuus ry. Loppuraportti. Vantaa. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/aurinkokaukolampo_loppuraportti.pdf
- RAKLI. 2015. Energiatehokkuus.(verkkoaineisto) Vierailtu 16.6.2015. Saatavissa:
<http://www.rakli.fi/energia-tehokkuus/energiatehokkuus.html>
- Reinikainen, Erja. 2014. Taustaraportti 9. Energiatuotantoketjut – Aineistoselvitys 2014. Lähes nollaenergiarakentamisen (nZEB) käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla. Granlund Oy. Helsinki. Saatavissa: http://finzeb.fi/wp-content/uploads/2015/03/FInZEB-Taustaraportti_9_Energiatuotantoketjut1.pdf
- Reinikainen, Erja. Loisa, Lassi. Tyni, Anni. 2015. FInZEB-hanke. Lähes nollaenergiarakennuksen käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla. Loppuraportti. Granlund Oy. Helsinki.
- RIL ry. 2014. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. RIL 265-2014. Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakennuksissa. Tampere. ISBN 978-951-758-584-2.
- Rinne, Samuli. Syri, Sanna. 2013. Ilmastopaneeli. Lämpöpumput ja kaukolämpö energiajärjestelmässä. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 2/2013. Aalto yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu, energi tekniikan laitos.
- Rototek. 2015. Referenssit. Suuret kiinteistöt. [verkkosivusto] Vierailtu 15.7.2015. Saatavissa: <http://www.geodrill.fi/referenssit/suuret-kiinteistot/>
- Sarvaranta, Anni. Jääskeläinen, Jaakko. Puolakka, Juha. Kouri, Pekka. 2012. Kaukolämmön hinnoittelun nykytila ja tulevaisuuden mahdollisuudet. ÅF Consulting Oy. 8KLTRIF. Loppuraportti. Espoo. Saatavissa:
<http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammonhinnoittelunnykytilajatuulevaisuudenmahdollisuudet.pdf>
- Schubert, Moritz. 2012. Decentral integration of ST in DH systems. Solar District Heating Guidelines. July 2012. Fact sheet 6.2. p. 1-5. Saatavilla: http://solar-district-heating.eu/Portals/0/Factsheets/SDH-WP3_FS-6-2_Decentral_version3.pdf
- Shemeikka, Jari. Lylykangas, Kimmo. Ketomäki, Jaakko. Heimonen, Ismo. Puolakka, Sakari. Pyly, Petri. 2015. SunZEB – Plusenergiaa kaupungissa. Uusiutuvaa energiaa

asumiseen ja toimistoon. VTT Technology 219. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Espoo. ISBN 978-951-38-8296-9.

Siemens. 2009. Outlining the voice of the customer – best practise brief. [Viitattu 26.3.2015] Saatavilla:

http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/Images/7561_tcm1023-4604.pdf

Solar District Heating. 2012. Braedstrup Solar Park in Denmark is now a reality! Artikkel. [Vierailtu 10.7.2015]. Saatavissa: <http://solar-district-heating.eu/NewsEvents/News/tabid/68/ArticleId/216/Braedstrup-Solar-Park-in-Denmark-is-now-a-reality.aspx>

SULPU ry. 2014. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Lämpöpumpputilastot vuosi 2013. [verkkodokumentti] Saatavissa:

<http://www.sulpu.fi/documents/184029/209175/Lampopumpputilastoja-SULPU.pdf>

Svensk Fjärrvärme AB. 2009. Fjärrvärmens i framtiden – behovet. Fjärrsyn. Rapport. 21/2009. ISBN 978-91-7381-036-4. Stockholm. Saatavissa:

<http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/FJ%c3%84RRSYN/Rapporter%20och%20resultatblad/Rapporter%20omv%c3%a4rld/2009/Fj%c3%a4rrv%c3%a4rmen%20i%20framtiden.pdf>

Tahkokorpi, Markku. Hagström, Markku. Vanhanen, Juha. 2011. Aurinkolämmön mahdollisuudet kaukolämpöjärjestelmässä. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/aurinkokaukolammon_mahdollisuudet_gaia_2011.pdf

Tekes. 2014. Policy Brief 10/2014. Systeminen muutos ja innovaatiot. Uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden soveltamisen esteet asuinalueilla – systeminen näkökulma. [verkkotiedosto]. Vierailtu 3.6.2015. Saatavissa:

http://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief_10_2014.pdf

Tilastokeskus. 2012. Väestöennuste [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5137. 2012, Liitetaulukko 1. Väestö ikäryhmittäin koko maa 1900–2060 (vuodet 2020–2060: ennuste). Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 15.7.2015]. Saatavissa:

http://www.stat.fi/til/vaenn/2012/vaenn_2012_2012-09-28_tau_001_fi.html

Tilastokeskus. 2014a. Tilasto: Asumisen energiankulutus [verkkojulkaisu]. Liitetaulukko 2. ISSN=2323-3273. 2013. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 2.7.2015]. Saantitapa:

http://www.stat.fi/til/asen/2013/asen_2013_2014-11-14_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2014b. Sähkön ja lämmön tuotanto [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5072. 2013, Liitetaulukko 1. Sähkön ja lämmön tuotanto tuotantomuodotain ja polttoaineittain vuonna 2013. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 14.7.2015]. Saantitapa:

http://www.stat.fi/til/salatuo/2013/salatuo_2013_2014-10-16_tau_001_fi.html

Tilastokeskus. 2014c. Energia 2014 –taulukkopalvelu. [Viitattu: 15.7.2015]. Saantitapa: http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2014/html/suom0000.htm

Turku Energia. 2008. Orikedon biolämpökeskus. Uusiutuvaa kaukolämpöä puuhakkeesta. Turku Energian viestintäpalvelut. Esite.

Turku Energia. 2009. Kakolan lämpöpumppulaitos. Ekologista kaukolämpöä ja kaukokylmää turkulaisille. Turku Energian viestintäpalvelut. Esite.

Turku Energia. 2014a. Yhä useampi kiinteistö viilenee kaukojäähdytyksellä. Ajankohtaista 30.4.2014. [vierailtu 24.7.2015] Saatavissa:

<http://www.turkuenergia.fi/ajankohtaista/2014/yha-useampi-kiinteisto-viilenee-kaukojaahdytyksella/>

Turku Energia. 2014b. Höyrylämpö. [vierailtu 24.7.2015] Saatavissa:

<http://www.turkuenergia.fi/yrityksille/lampo/hoyrylampo/>

Turku Energia. 2015a. Vuosikertomus 2014. Saatavissa:

<http://vsk2014.turkuenergia.fi/raportti/koosto/>

Turku Energia. 2015b. Kaukolämpöliittymä. Liittymismaksu ja johtomaksu. 1.2.2015.

Saatavissa: http://www.turkuenergia.fi/index.php/download_file/view/955/210/

Turku Energia. 2015c. Kaukolämpötariffi. Perusmaksu ja energiamaksu. 1.2.2015.

Saatavissa: http://www.turkuenergia.fi/index.php/download_file/view/954/210/

Turun kaupunki. 2012. Skanssi. Teemat ja tavoitteet. Uuden vuosituhannen kaupunginosa Turku Science Parkiin. Luonnos 2.10.2012. Saatavissa:

http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/skanssi_teemat_ja_tavoitteet.pdf

Turun kaupunki. 2014. Hiilineutraali Turku vuonna 2040. Esite. Päivitetty 17.12.2014.

Saatavissa:

http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/hiilineutraali_turku_vuonna_2040_0.pdf

Turun kaupunki. 2015a. Hiilineutraali Turku vuonna 2040. [verkkosivusto] Vierailtu

3.8.2015. Saatavissa: <http://www.turku.fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparisto/hiilineutraali-turku-2040>

Turun kaupunki. 2015b. Skanssi. Kaupunkisuunnittelu. Vierailtu 9.7.2015. Saatavissa:

[http://www.turku.fi/asuminen-ja-](http://www.turku.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu/aluekehityshankkeet/skanssin-kaupunginosa)

[ymparisto/kaupunkisuunnittelu/aluekehityshankkeet/skanssin-kaupunginosa](http://www.turku.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu/aluekehityshankkeet/skanssin-kaupunginosa)

Turun Seudun Kaukolämpö Oy. 2015. Yleistä yhtiöstä. [verkkosivusto]. Vierailtu

27.7.2015. Saatavissa:

<http://www.turunseudunkaukolampo.fi/index.php?page=311fb693cd726d552cc2c3240457bd0>

Vehviläinen, Iivo. Hiltunen, Jari. Vanhanen, Juha. 2007. Lämmön ja sähkön yhteistuotannon potentiaali sekä kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen tulevaisuus Suomessa. Tutkimusraportti. Gaia Consulting Oy. Saatavissa:

http://energia.fi/sites/default/files/lammon_ja_sahkon_yhteistuotannon_potentiaali_seka_kaukolammityksen_ja_jaahdytyksen_tulevaisuus_suomessa.pdf

Ympäristöministeriö. 2009. Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen. [verkkodokumentti]. Vierailtu 3.6.2015. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/5725/Tyoryhmamuistio_Huoneistokohtaisten_vesimittareiden_kaytto_ja_vaikutukset_rakennusten_energiankulutukseen.pdf

Ympäristöministeriö. 2011. Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaopas 2011. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BB9D6D2F2-A816-4ECF-BE33-B8D56869253D%7D/30752>

Ympäristöministeriö. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma. [verkkosivusto] Päivitetty 25.5.2015. Vierailtu 22.7.2015. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma

Asemakaavat

Skanssin Vallikatu: (Koivula) 035-22. (osa) ja Levonhaantie (osa). Kaavatunnus: 12/2012. Diarionumero: 7169-2012. Voimaantulo alkaen 1.8.2015

Bastioninkatu: (Skanssi) 037-2.-5,6,8,9. Kaavatunnus: 23/2014. Diarionumero: 13101-2013. Voimaantulo alkaen 15.6.2015

Lainsäädäntö

Energiatehokkuusdirektiivi (EED) 2012/27/EU

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999. Ympäristöministeriö. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132>

Rakennus- ja energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) 2010/31/EU

Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. 2012. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon-tarpeen laskenta. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Helsinki.

Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi (RES) 2009/28/EY

LIITE 1: Haastattelurunko

Skanssin kaukolämpöverkkoratkaisu ja energiahanke – Asiakastarveselvitys

Haastattelun paikka ja aika

Suostumus haastattelutietojen käyttöön diplomityössä sekä haastattelun nauhoittamiseen

Esitiedot

1. Nimi ja yhteystiedot
2. Toimiala ja rooli toimialalla/vastuualue

Turku Energia yrityksenä

3. Minkä Turku Energian palvelualueen kanssa olet ollut pääasiallisesti tekemisissä?
Mainitse yhteisistä projekteista, mikäli on ollut.

Sähkönmyynti
Sähköverkot
Kaukolämpö
Asiakaspalvelu
Konsernipalvelut

4. Miten on palvelu onnistunut? Koitteko palvelussa mitään erityisen hyvää tai huonoa?

Energiankulutus ja ympäristöasiat

5. Millaisia energia- tai ympäristöasioihin liittyviä vaatimuksia, haasteita ja tavoitteita on
 - a. Alallanne
 - b. Yrityksessänne?
6. Kuinka tärkeäksi koette ympäristövaatimusten täyttämisen
 - a. Merkitys teille ei merkitystä 1.....5 erittäin tärkeä
 - b. Asukkaille ei merkitystä 1.....5 erittäin tärkeä
 - c. Onko Turku Energian onnistunut ympäristövaatimusten täyttämässä erittäin heikosti 1.....5 erittäin hyvin
8. Miten sovellatte ympäristövaatimusten täyttämistä yrityksessänne?
9. Kuvaile haasteita, jotka liittyvät alanne energiaratkaisuihin?
10. Keitä ovat tärkeimmät asiakkaanne ja sidosryhmänne?
11. Ovatko ympäristöasiat sidosryhmillenne tärkeitä?
12. Oletteko havainneet, että kuluttajilla olisi kiinnostusta energiankulutuksensa mittaamiseen tällä hetkellä tai tulevaisuudessa?
13. Koetteko, että älykkäät energiaratkaisut olisivat tulevaisuudessa kilpailuetu alallanne (esim. kiinteistökohtainen energiantuotanto, asukkaalle tietoa energiankulutuksestaan)?
14. Koetteko, että älykkäisiin energiaratkaisuihin on kannattavaa investoida?
15. Koetteko, että kuluttajilla on kiinnostusta vähentää omaa energiankulutustaan?

Tulevaisuuden energiavaatimukset

16. Millaisia energiaan tai ympäristöasioihin liittyviä trendejä alallanne on havaittavissa?
17. Millaisia kehityshankkeita tai -ideoita teillä on?
18. Millainen on uusien hankkeidenne kehitysprosessi ja missä vaiheessa teette ratkaisuja energia-asioihin liittyen?

Kaukolämmön nykytilanne

19. Onko kiinteistökohteissanne käytössä kaukolämpö?
20. Miten nykyinen kaukolämpöratkaisu palvelee?
21. Miten koette kaukolämmön nykyisen hinnoittelumallin?
22. Koetteko, että kaukolämpö on kilpailukykyinen lämmöntuotantomuoto?
23. Mitä lämmöntuotantomuotoa pidätte kaukolämmölle kilpailukykyisimpänä?
24. Koetteko kaukolämmön hinnoittelumallin epäselväksi?
25. Tulisiko kaukolämmön hinnoittelumallia kehittää nykyisestä mallista?
26. Tulisiko nykyisen kaukolämpöverkon tai –palvelun kehittyä johonkin suuntaan?
27. Onko kaukolämpö mielestänne ympäristöystävällinen tapa tuottaa lämpöä?

Skanssin esittely

28. Onko Skanssin hanke entuudestaan tuttu?
29. Jos on, mistä olette saneet asiasta tietoa?
30. Oletteko yrittäneet löytää lisätietoa?
31. Onko tietoa ollut tarpeeksi saatavilla?
32. Koetteko, että Skanssissa voitaisiin hyödyntää paremmin aluemarkkinointia (projektin oma markkinointisivusto)?

Skanssin kehityshanke

33. Millaisia odotuksia teillä on Skanssin hankkeesta?
34. Koetteko Skanssin hankkeen houkuttelevana?
35. Mitä mieltä olette tontinluovutusehdoista?
36. Onko teillä kiinnostusta olla osana Skanssin rakennushanketta jollain tavalla?
37. Jos ei, niin miksi?
38. Onko teillä kiinnostusta kiinteistökohtaiseen lämmöntuotantoon?
39. Jos on, niin mitä energiantuotantomuotoja olisitte kiinnostunut kokeilemaan?
40. Kuinka toivoisitte kaukolämmön hinnoittelu mahdollisesti kehittyvän Skanssin hankkeessa?
41. Mitkä Skanssin hankkeen osa-alueet ovat sellaisia, joita ette koe houkuttelevina?

Seuraavat kysymykset koskevat erityisesti Skanssissa mukana olevia rakennuttajia

42. Miten näette oman roolinne Skanssin projektissa?
43. Kuvaile uuden rakentamisprosessin kulkua yrityksessänne, jossa on otettu mukaan jonkun uusi energiaratkaisu.
44. Onko käytössänne kiinteistökonsultti? Jos on, niin mikä on hänen roolinsa?
45. Milloin otatte suunnittelutoimiston mukaan rakennusprojektiin ja mikä heidän roolinsa on?
46. Mikä on loppuasiakkaan (asukkaan) rooli?
47. Kuinka paljon ottaisitte asukkaita mukaan projektin suunnitteluvaiheessa?
48. Mitä muita sidosryhmiä tai organisaatioita teillä on mukana hankesuunnittelussa?
49. Millaisena näette kaupungin roolin osana rakennushanketta?
50. Millaisena näette Turku Energian roolin osana rakennushanketta?